

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

T :

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

04 January 2001 (04.01.01)

International application No.:

PCT/JP00/04141

Applicant's or agent's file reference:

319802754971

International filing date:

23 June 2000 (23.06.00)

Priority date:

28 June 1999 (28.06.99)

Applicant:

KIMURA, Yoshinobu et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

21 September 2000 (21.09.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was


was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

BEST AVAILABLE COPY

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04141

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-145056, A (Sony Corporation), 28 May, 1999 (28.05.99), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1, 3, 5, 10, 16, 17 , 19 1-13
Y		
X	JP, 8-139334, A (NEC Corporation), 31 May, 1996 (31.05.96), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	7, 12, 13 1-13
Y		

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 July, 2000 (31.07.00)

Date of mailing of the international search report
29 August, 2000 (29.08.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-145056, A (ソニー株式会社) 28. 5月. 1999 (28. 05. 99)	1, 3, 5, 10, 16, 17, 19
Y	全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	1-13
X	JP, 8-139334, A (日本電気株式会社) 31. 5月. 1996 (31. 05. 96)	7, 12, 13
Y	全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31. 07. 00

国際調査報告の発送日

29.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 宮崎園子

印

4L 9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3498



1
2
3

1
2
3

特許協力条約に基づく国際出願

願 書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号

国際出願日

(受付印)

出願人又は代理人の書類記号

(希望する場合、最大12字) 319802754971

第I欄 発明の名称

多結晶半導体薄膜基板、その製造方法、半導体装置および電子装置

第II欄 出願人

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

株式会社 日立製作所
HITACHI, LTD.
〒101-8010 日本国東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
6, Kanda Surugadai 4-chome, Chiyoda-ku,
TOKYO 101-8010 JAPAN

☐ この欄に記載した者は、
発明者でもある。

電話番号:

ファクシミリ番号:

加入電信番号:

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国について出願人である:

☐ すべての指定国

☒ 米国を除くすべての指定国

☐ 米国のみ

☐ 追記欄に記載した指定国

第III欄 その他の出願人又は発明者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

木村 嘉伸 KIMURA Yoshinobu
〒185-8601 日本国東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
C/O Central Research Laboratory, HITACHI, LTD.
280, Higashikoigakubo 1-chome, Kokubunji-shi,
TOKYO 185-8601 JAPAN

この欄に記載した者は、
次に該当する:

☐ 出願人のみである。

☒ 出願人及び発明者である。

☐ 発明者のみである。
(ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国について出願人である:

☐ すべての指定国

☐ 米国を除くすべての指定国

☒ 米国のみ

☐ 追記欄に記載した指定国

☒ その他の出願人又は発明者が続葉に記載されている。

第IV欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名

次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する:

☒ 代理人

☐ 共通の代表者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

7509 弁理士 作田 康夫
SAKUTA Yasuo, Patent Attorney (Reg. NO. 7509)
〒100-8220 日本国東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
株式会社日立製作所内
C/O HITACHI, LTD., 5-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku,
TOKYO 100-8220 JAPAN

電話番号:

03-3212-1111
内線 2435

ファクシミリ番号:

03-3214-3116

加入電信番号:

☐ 通知のためのあて名: 代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記枠内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す

第Ⅲ欄の続き その他の出願人又は発明者

この続葉を使用しないときは、この用紙を願書に含めないこと。

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

賀 茂 尚 広 KAMO Takahiro
〒185-8601 日本国東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
C/O Central Research Laboratory, HITACHI, LTD.
280, Higashikoigakubo 1-chome, K okubunji-shi,
TOKYO 185-8601 JAPAN

この欄に記載した者は、次に該当する：

- ☐ 出願人のみである。
☒ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
（ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと）

国籍（国名）： 日本国 JAPAN

住所（国名）： 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☒ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

金 子 好 之 KANEKO Yoshiyuki
〒185-8601 日本国東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
C/O Central Research Laboratory, HITACHI, LTD.
280, Higashikoigakubo 1-chome, K okubunji-shi,
TOKYO 185-8601 JAPAN

この欄に記載した者は、次に該当する：

- ☐ 出願人のみである。
☒ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
（ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと）

国籍（国名）： 日本国 JAPAN

住所（国名）： 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☒ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、次に該当する：

- ☐ 出願人のみである。
☐ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
（ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと）

国籍（国名）：

住所（国名）：

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、次に該当する：

- ☐ 出願人のみである。
☐ 出願人及び発明者である。
☐ 発明者のみである。
（ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと）

国籍（国名）：

住所（国名）：

この欄に記載した者は、次の

指定国についての出願人である： ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

☐ その他の出願人又は発明者が他の続葉に記載されている。



2

3

第Ⅴ欄 国の指定

規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う（横線の□にレ印を付すこと；少なくとも1つの□にレ印を付すこと）。

- ☒ **AP** ARIPO特許管：GH ガーナ Ghana, GM ガンビア Gambia, KE ケニア Kenya, LS レソト Lesotho, MW マラウイ Malawi, SD スーダン Sudan, SL シェラ・レオネ Sierra Leone, SZ スワジランド Swaziland, TZ タンザニア United Republic of Tanzania, UG ウガンダ Uganda, ZW ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締結国である他の国
- ☐ **EA** ユーラシア特許管：AM アルメニア Armenia, AZ アゼルバイジャン Azerbaijan, BY ベラルーシ Belarus, KG キルギス Kyrgyzstan, KZ カザフスタン Kazakhstan, MD モルドヴァ Republic of Moldova, RU ロシア Russian Federation, TJ タジキスタン Tajikistan, TM トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締結国である他の国
- ☒ **EP** ユーロパ特許管：AT オーストリア Austria, BE ベルギー Belgium, CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, CY キプロス Cyprus, DE ドイツ Germany, DK デンマーク Denmark, ES スペイン Spain, FI フィンランド Finland, FR フランス France, GB 英国 United Kingdom, GR ギリシャ Greece, IE アイルランド Ireland, IT イタリア Italy, LU ルクセンブルグ Luxembourg, MC モナコ Monaco, NL オランダ Netherlands, PT ポルトガル Portugal, SE スウェーデン Sweden, 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締結国である他の国
- ☐ **OA** OAPI 特許管：BF ブルキナ・ファソ Burkina Faso, BJ ベナン Benin, CF 中央アフリカ Central African Republic, CG コンゴ Congo, CI コートジボアール Côte d'Ivoire, CM カメルーン Cameroon, GA ガボン Gabon, GN ギニア Guinea, GW ギニア・ビサウ Guinea-Bissau, ML マリ Mali, MR モリタニア Mauritania, NE ニジェール Niger, SN セネガル Senegal, TD チャード Chad, TG トーゴ Togo, 及びアフリカ知的所有権機構のメンバー国と特許協力条約の締結国である他の国（他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する）

図1内特許管（他の種類の保護又は取扱いを求める場合には点線の上に記載する）

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> AE アラブ首長国連邦 United Arab Emirates | <input type="checkbox"/> LR リベリア Liberia |
| <input type="checkbox"/> AL アルバニア Albania | <input type="checkbox"/> LS レソト Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AM アルメニア Armenia | <input type="checkbox"/> LT リトアニア Lithuania |
| <input type="checkbox"/> AT オーストリア Austria | <input type="checkbox"/> LU ルクセンブルグ Luxembourg |
| <input type="checkbox"/> AU オーストラリア Australia | <input type="checkbox"/> LV ラトヴィア Latvia |
| <input type="checkbox"/> AZ アゼルバイジャン Azerbaijan | <input type="checkbox"/> MA モロッコ Morocco |
| <input type="checkbox"/> BA ボスニア・ヘルツェゴヴィナ Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> MD モルドヴァ Republic of Moldova |
| | <input type="checkbox"/> MG マダガスカル Madagascar |
| <input type="checkbox"/> BB バルバドス Barbados | <input type="checkbox"/> MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> BG ブルガリア Bulgaria | <input type="checkbox"/> MN モンゴル Mongolia |
| <input type="checkbox"/> BR ブラジル Brazil | <input type="checkbox"/> MW マラウイ Malawi |
| <input type="checkbox"/> BY ベラルーシ Belarus | <input type="checkbox"/> MX メキシコ Mexico |
| <input type="checkbox"/> CA カナダ Canada | <input type="checkbox"/> NO ノールウェー Norway |
| <input type="checkbox"/> CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ ニュー・ジールランド New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN 中国 China | <input type="checkbox"/> PL ポーランド Poland |
| <input type="checkbox"/> CR コスタリカ Costa Rica | <input type="checkbox"/> PT ポルトガル Portugal |
| <input type="checkbox"/> CU キューバ Cuba | <input type="checkbox"/> RO ルーマニア Romania |
| <input type="checkbox"/> CZ チェッコ Czech Republic | <input type="checkbox"/> RU ロシア Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> DE ドイツ Germany | <input type="checkbox"/> SD スーダン Sudan |
| <input type="checkbox"/> DK デンマーク Denmark | <input type="checkbox"/> SE スウェーデン Sweden |
| <input type="checkbox"/> DM ドミニカ Dominica | <input type="checkbox"/> SG シンガポール Singapore |
| <input type="checkbox"/> EE エストニア Estonia | <input type="checkbox"/> SI スロヴェニア Slovenia |
| <input type="checkbox"/> ES スペイン Spain | <input type="checkbox"/> SK スロヴァキア Slovakia |
| <input type="checkbox"/> FI フィンランド Finland | <input type="checkbox"/> SL シェラ・レオネ Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GB 英国 United Kingdom | <input type="checkbox"/> TJ タジキスタン Tajikistan |
| <input type="checkbox"/> GD グレナダ Grenada | <input type="checkbox"/> TM トルクメニスタン Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GE グルジア Georgia | <input type="checkbox"/> TR トルコ Turkey |
| <input type="checkbox"/> GH ガーナ Ghana | <input type="checkbox"/> TT トリニダード・トバゴ Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> GM ガンビア Gambia | <input type="checkbox"/> TZ タンザニア United Republic of Tanzania |
| <input type="checkbox"/> HR クロアチア Croatia | <input type="checkbox"/> UA ウクライナ Ukraine |
| <input type="checkbox"/> HU ハンガリー Hungary | <input type="checkbox"/> UG ウガンダ Uganda |
| <input type="checkbox"/> ID インドネシア Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> US 米国 United States of America |
| <input type="checkbox"/> IL イスラエル Israel | |
| <input type="checkbox"/> IN インド India | <input type="checkbox"/> UZ ウズベキスタン Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> IS アイスランド Iceland | <input type="checkbox"/> VN ヴィエトナム Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP 日本 Japan | <input type="checkbox"/> YU ユーゴスラヴィア Yugoslavia |
| <input type="checkbox"/> KE ケニア Kenya | <input type="checkbox"/> ZA 南アフリカ共和国 South Africa |
| <input type="checkbox"/> KG キルギス Kyrgyzstan | <input type="checkbox"/> ZW ジンバブエ Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> KP 北朝鮮 Democratic People's Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR 韓国 Republic of Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ カザフスタン Kazakhstan | |
| <input type="checkbox"/> LC セント・ルシア Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK スリ・ランカ Sri Lanka | |

下の□は、この様式の旅行後に特許協力条約の締結国となった国を指定するためのものである

- ☐ _____
- ☐ _____
- ☐ _____

指定の取当の宣言：出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、この宣言から除く旨の表示を追記欄にした国は、指定から除かれる。出願人は、これらの追加される指定が除却を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその除却がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。（指定の取当（料金を含む）は、優先日から15月以内に受理官庁へ提出しなければならない。）

第VI欄 優先権主張

☐ 他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載されている

先の出願日 (日. 月. 年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願：国名	広域出願：*広域官庁名	国際出願：受理官庁名
(1) 28. 06. 99	平成11年特許願 第181559号	日本国 Japan	-	
(2)				
(3)				

- ☒ 上記 () の番号の先の出願（ただし、本国際出願が提出される受理官庁に対して提出されたものに限る）のうち、次の () の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求している。： (1)

*先の出願が、ARIPOの特許出願である場合には、その先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国の少なくとも1ヶ国を追記欄に表示しなければならない（規則4.10(b)(ii)）。追記欄を参照。

第VII欄 国際調査機関

国際調査機関（ISA）の選択

ISA/JP

先の調査結果の利用請求；当該調査の照会（先の調査が、国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合）

出願日（日. 月. 年）

出願番号

国名（又は広域官庁）

第VIII欄 照合欄；出願の言語

この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

願書 4 枚
 明細書（配列表を除く）... 24 枚
 請求の範囲 3 枚
 要約書 1 枚
 図面 16 枚
 明細書の配列表 0 枚
 合 計 48 枚

この国際出願には、以下にチェックした書類が添付されている。

- | | |
|---|---|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> 手数料計算用紙 | 5. <input type="checkbox"/> 優先権書類（上記第VI欄の () の番号を記載する） |
| <input checked="" type="checkbox"/> 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 | 6. <input type="checkbox"/> 国際出願の翻訳文（翻訳に使用した言語名を記載する） |
| <input type="checkbox"/> 国際事務局の口座への振込みを証明する書面 | 7. <input type="checkbox"/> 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面 |
| 2. <input checked="" type="checkbox"/> 別個の記名押印された委任状 | 8. <input type="checkbox"/> スクレオチド又はアミノ酸配列表（フレキシブルディスク） |
| 3. <input checked="" type="checkbox"/> 包括委任状の写し | 9. <input type="checkbox"/> その他（書類名を詳細に記載する） |
| 4. <input type="checkbox"/> 記名押印（署名）の説明書 | |

要約書とともに提示する図面：第 1 図

本国際出願の使用言語名：日本語

第IX欄 提出者の記名押印

各人の氏名（名称）を記載し、その次に押印する。

作 田 康 夫

受理官庁記入欄

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

3. 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）

4. 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日

5. 出願人より特定された国際調査期間

ISA/JP

6. ☐ 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない

2. 図面

☐ 受理された☐ 不足図面がある

国際事務局記入欄

記録原本の受理の日

HT
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 319802754971	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/04141	International filing date (day/month/year) 23 June 2000 (23.06.00)	Priority date (day/month/year) 28 June 1999 (28.06.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/20, 29/786		
Applicant HITACHI, LTD.		

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 21 September 2000 (21.09.00)	Date of completion of this report 18 June 2001 (18.06.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04141

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/JP 00/04141

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	2, 4, 6-9, 11-15, 18, 20	YES
	Claims	1, 3, 5, 10, 16, 17, 19	NO
Inventive step (IS)	Claims	14, 15	YES
	Claims	1-13, 16-20	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Document 1: JP, 11-145056, A (Sony Corp.), May 28, 1999

Document 2: JP, 8-139334, A (NEC Corp.), May 31, 1996

Claims 1, 3, 5, 10, 16, 17 and 19

Document 1 discloses hexagonal crystal grains (equivalent to crystal grains whose nearest number of crystal grains is six) and, therefore, Claims 1, 3, 5, 10, 16, 17 and 19 lack novelty.

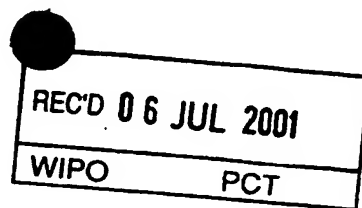
Claims 2, 4, 6 to 9, 11 to 13, 18 and 20

Document 2 indicates that the disparity in threshold voltages of thin film transistor is problematic (see paragraph [0008]) and discloses the feature of keeping the height of the bumps low (see paragraphs [0011] to [0013]) and, therefore, Claims 2, 4, 6 to 9, 11 to 13, 18 and 20 do not involve an inventive step in the light of Documents 1 and 2.

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]



出願人又は代理人 書類記号 319802754971	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/04141	国際出願日 (日.月.年) 23.06.00	優先日 (日.月.年) 28.06.99
国際特許分類(IPC) Int.Cl ⁷ H01L21/20, H01L29/786		
出願人(氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

- 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。
- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
I ☒ 国際予備審査報告の基礎
II ☐ 優先権
III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
IV ☐ 発明の単一性の欠如
V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
VI ☐ ある種の引用文献
VII ☐ 国際出願の不備
VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 21.09.00	国際予備審査報告を作成した日 18.06.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 宮崎園子	4L 9277
	電話番号 03-3581-1101 内線 3498	

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ | ページ、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ | ページ、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ | ページ、 | 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ | 項、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ | 項、 | PCT19条の規定に基づき補正されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ | 項、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ | 項、 | 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ | ページ/図、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ | ページ/図、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ | ページ/図、 | 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ | ページ、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ | ページ、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ | ページ、 | 付の書簡と共に提出されたもの |

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)

請求の範囲 2, 4, 6-9, 11-15, 18, 20

有

請求の範囲 1, 3, 5, 10, 16, 17, 19

無

進歩性 (IS)

請求の範囲 14, 15

有

請求の範囲 1-13, 16-20

無

産業上の利用可能性 (IA)

請求の範囲 1-20

有

請求の範囲

無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

文献1: JP, 11-145056, A (ソニー株式会社) 28. 5月. 1999
文献2: JP, 8-139334, A (日本電気株式会社) 31. 5月. 1996

請求の範囲 1, 3, 5, 10, 16, 17, 19

文献1には、六角形状の結晶粒（最近接結晶粒数が6である結晶粒に相当）が記載されており、請求の範囲 1, 3, 5, 10, 16, 17, 19は新規性を有しない。

請求の範囲 2, 4, 6-9, 11-13, 18, 20

文献2には、薄膜トランジスタのしきい値電圧のバラツキが問題であること（段落【0008】参照）、凹凸の高度差を低く抑えること（段落【0011】～【0013】参照）が記載されており、請求項 2, 4, 6-9, 11-13, 18, 20は、文献1と文献2とにより進歩性を有しない。

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)

〔PCT第18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 319802754971	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/04141	国際出願日 (日.月.年) 23.06.00	優先日 (日.月.年) 28.06.99
出願人(氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 11-145056, A (ソニー株式会社) 28. 5月. 1999 (28. 05. 99)	1, 3, 5, 10, 16, 17, 19
Y	全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	1-13
X	J P, 8-139334, A (日本電気株式会社)	7, 12, 13
Y	31. 5月. 1996 (31. 05. 96) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-13

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31. 07. 00

国際調査報告の発送日

29.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎園子

4 L

9 2 7 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

特 許 協 力 条 約

P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
(PCT36条及びPCT規則70)

出願人又は代理人 の書類記号 319802754971	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/04141	国際出願日 (日.月.年) 23.06.00	優先日 (日.月.年) 28.06.99
国際特許分類(IPC) Int.Cl ⁷ H01L21/20, H01L29/786		
出願人(氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。

☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

I ☒ 国際予備審査報告の基礎

II ☐ 優先権

III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成

IV ☐ 発明の単一性の欠如

V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明

VI ☐ ある種の引用文献

VII ☐ 国際出願の不備

VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 21.09.00	国際予備審査報告を作成した日 18.06.01		
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 宮崎園子	4L	9277
電話番号 03-3581-1101 内線 3498			

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)



I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 2, 4, 6-9, 11-15, 18, 20

有

請求の範囲 1, 3, 5, 10, 16, 17, 19

無

進歩性(IS)

請求の範囲 14, 15

有

請求の範囲 1-13, 16-20

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-20

有

請求の範囲

無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: JP, 11-145056, A (ソニー株式会社) 28. 5月. 1999

文献2: JP, 8-139334, A (日本電気株式会社) 31. 5月. 1996

請求の範囲1, 3, 5, 10, 16, 17, 19

文献1には、六角形状の結晶粒(最近接結晶粒数が6である結晶粒に相当)が記載されており、請求の範囲1, 3, 5, 10, 16, 17, 19は新規性を有しない。

請求の範囲2, 4, 6-9, 11-13, 18, 20

文献2には、薄膜トランジスタのしきい値電圧のバラツキが問題であること(段落【0008】参照)、凹凸の高度差を低く抑えること(段落【0011】～【0013】参照)が記載されており、請求項2, 4, 6-9, 11-13, 18, 20は、文献1と文献2とにより進歩性を有しない。

P C T

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 319802754971	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/04141	国際出願日 (日.月.年) 23.06.00	優先日 (日.月.年) 28.06.99
出願人(氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 11-145056, A (ソニー株式会社) 新規性のみ 28. 5月. 1999 (28. 05. 99)	1, 3, 5, 10, 16, 17, 19
Y	全文, 第1-12図 (ファミリーなし).	1-13
X	J P, 8-139334, A (日本電気株式会社) 31. 5月. 1996 (31. 05. 96)	7, 12, 13
Y	全文, 第1-4図 (ファミリーなし).	1-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31. 07. 00

国際調査報告の発送日

29.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 宮崎園子

4 L 9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 1 月 4 日 (04.01.2001)

PCT

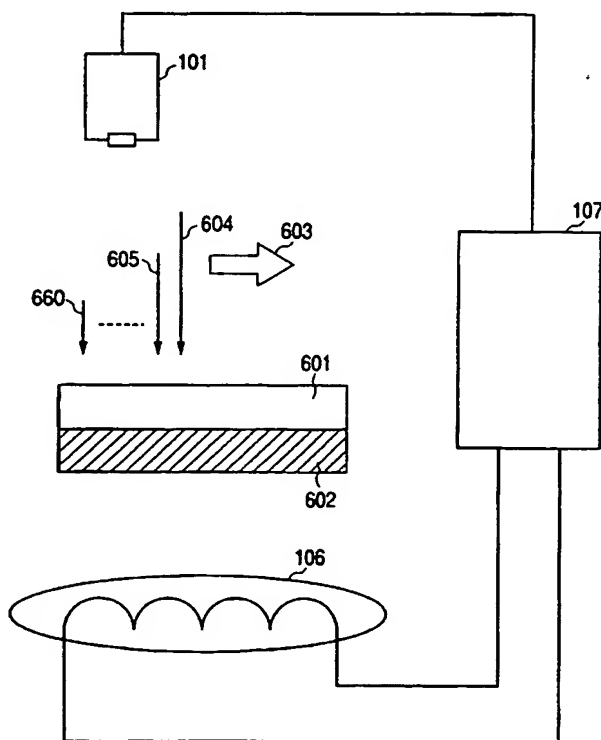
(10) 国際公開番号
WO 01/01464 A1

- | | | |
|--|----------------------------|---|
| (51) 国際特許分類: | H01L 21/20, 29/786 | (72) 発明者; および |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP00/04141 | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木村嘉伸 (KIMURA, Yoshinobu) [JP/JP]. 賀茂尚広 (KAMO, Takahiro) [JP/JP]. 金子好之 (KANEKO, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社 日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). |
| (22) 国際出願日: | 2000 年6 月23 日 (23.06.2000) | (74) 代理人: 弁理士 作田康夫 (SAKUTA, Yasuo); 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP). |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US. |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). |
| (30) 優先権データ:
特願平11/181559 1999 年6 月28 日 (28.06.1999) JP | | |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo (JP). | | |

〔統葉有〕

(54) Title: POLYSILICON SEMICONDUCTOR THIN FILM SUBSTRATE, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, SEMI-CONDUCTOR DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 多結晶半導体薄膜基板、その製造方法、半導体装置および電子装置



(57) Abstract: A method for producing a semiconductor device by forming an amorphous semiconductor film on an insulating substrate, irradiating the amorphous semiconductor film with a laser beam to crystallize the amorphous semiconductor film and thereby to form a polycrystalline semiconductor film, and fabricating a transistor in the polycrystalline semiconductor film, wherein the back of the insulating substrate or the amorphous semiconductor film is irradiated with ultraviolet radiation to heat the amorphous semiconductor film to a temperature under the melting point, the amorphous semiconductor film is irradiated with a laser beam with a shape selection suitable laser beam energy density E_c at which crystal grains whose the number of nearest crystal grains is six are formed the most so as to change the amorphous semiconductor film to a polycrystalline semiconductor film, and a transistor is fabricated in the polycrystalline semiconductor film. A thin film transistor capable of operating at high speed can be fabricated with high yield.

〔統葉有〕

WO 01/01464 A1



添付公開 類:
— 国際調査報告

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

絶縁性基板の表面に非晶質半導体膜を形成した後、前記非晶質半導体膜にレーザ光を照射して前記非晶質半導体膜を結晶化して多結晶半導体薄膜を形成し、その後前記多結晶半導体薄膜にトランジスタを形成する半導体装置の製造方法であって、前記絶縁性基板裏面または前記非晶質半導体膜に紫外線を照射して前記非晶質半導体膜を熔融温度以下に加熱するとともに、最近接結晶粒数が6の結晶粒が最も多く形成される形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c のレーザ光を前記非晶質半導体膜面に照射して多結晶半導体薄膜に変換させ、その後前記多結晶半導体薄膜にトランジスタを形成する。

高い歩留まりでかつ高速動作の薄膜トランジスタを作製できる。

明細書

多結晶半導体薄膜基板、その製造方法、半導体装置および電子装置

技術分野

本発明は多結晶半導体薄膜基板、その製造方法、半導体装置、半導体装置の製造方法および電子装置に係わり、特に多結晶膜（多結晶半導体薄膜）の表層部分にトランジスタ（薄膜トランジスタ：TFT）を製造する技術および前記薄膜トランジスタを製造するための多結晶半導体薄膜基板ならびに前記薄膜トランジスタを組み込んだ液晶表示装置や情報処理装置等の電子装置の製造技術に適用して有効な技術に関する。

背景技術

従来の画像表示装置等に用いられてきた薄膜トランジスタ（TFT）は、ガラスや石英等の絶縁性基板上にプラズマCVD法等で形成した非晶質シリコンあるいは微結晶シリコンを母材とし、エキシマレーザーアニールなどの熔融再結晶化法で形成した多結晶シリコンを素子材として形成されてきた。

従来技術による半導体装置（TFT）とその製造法について、図17（a）～（d）を用いて説明する。図17（a）に示すように、ガラス基板201の一面上に非晶質シリコン薄膜202を堆積する。

つぎに、図17（b）に示すように、非晶質シリコン薄膜202の表面を線状のエキシマレーザー光204で矢印の方向203に走査する

と、非晶質シリコン薄膜 202 は、エキシマレーザ光 204 によって加熱され、非晶質構造から多結晶構造に変化する。非晶質シリコン膜 202 の表面全体をエキシマレーザ光 204 で走査加熱すると、図 17 (c) に示すような多結晶シリコン薄膜 205 が形成される。図 17 (c) において多結晶シリコン薄膜 205 はシリコン結晶粒から構成されており、結晶粒間に、結晶粒界 206 が形成される。

以上のプロセスはレーザ加熱プロセスと呼ばれている。ガラスなどの低融点材料の基板上に高品質な多結晶シリコン薄膜を製造する際に用いられる。これらに関しては、たとえば、" 1996 Society for Information Display International Symposium Digest of Technical Papers, pp17-20" や、" IEEE Transactions on Electron Devices , vol.43,no.9, 1996, pp.1454-1458" 等に詳しい。

図 17 (c) の多結晶シリコン薄膜を用いてトランジスタ (TFT) を形成したのが図 17 (d) である。

多結晶シリコン薄膜 205 の上部には、シリコン酸化膜などのゲート絶縁膜 208 が設けられている。さらにソース不純物注入領域 207, ドレイン不純物注入領域 209 が設けられている。ソース・ドレイン不純物注入領域 207, 209 およびゲート絶縁膜 208 上にゲート電極を設けることによって薄膜トランジスタが形成される。

図 18 は、本従来技術によるシリコン結晶粒の大きさと多結晶シリコン薄膜の凹凸の照射レーザエネルギーに対する依存性 (結晶粒の大きさのレーザエネルギー密度依存性 301) を示している。レーザエネルギー密度が $200 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 以下のエネルギーでは、シリコンは結晶化しないが、 $200 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ を超えると結晶化が始まり、結晶粒の大きさはレーザエネルギー密度の増加とともに大きくなる。

しかしながら、レーザエネルギー密度が $250 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ を超えると、シリコン結晶粒は小さくなる。良好な特性をもつ多結晶シリコン薄膜トランジスタを作製するためには、シリコン結晶粒を大きくすればよいのでレーザのエネルギー密度を $250 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ にする。

上記従来におけるレーザエネルギー密度の値は、非晶質シリコン膜の性質（たとえば、成長法、膜厚）に依存するため、異なることもある。これらに関しては、たとえば、“Applied Physics Letters, vol.63, no.14, 1993, pp.1969-1971” 等に詳しい。

また、結晶粒の大粒径化のために、 400°C の基板加熱を行ってレーザ照射を行うとよい。これは、基板を加熱することによって、凝固速度が低減し、粒径が 500 nm 程度まで大きくなる。また、レーザ光の端部では温度勾配が生じるため結晶粒のサイズにばらつきが顕著になる。このことを防ぐためにレーザをオーバーラップさせながら照射するとよい。これらに関しては、“電子情報通信学会論文誌 C-II Vol.J76-C-II, 1993, pp.241-248” に報告されている。

また、結晶粒の大きさを均一にするために、最初に弱いエネルギー密度で第一レーザ照射をして、その後結晶化に必要な強いエネルギー密度で第二レーザ照射を行う。このような二段階レーザ照射は、第一レーザ照射で結晶種を形成して、第二レーザ照射で結晶化させるものである。この場合、均一性は向上するが、結晶粒径は小さくなる。このことに関しては、“第42回レーザ熱加工研究会論文集, 1997, pp.121-130” に報告されている。

発明の開示

上記従来技術は、下記の問題点があることが判明した。

ゲート電極下のシリコンのチャネル領域に結晶粒界が多く存在すると、その不均一性のため、伝導キャリアの散乱などによって、キャリア移動度 μ が数 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ に低下することがある。

また、ゲート電極下のシリコンのチャネル領域に存在する結晶粒界の密度にばらつきがあると、個々のトランジスタでしきい電圧 V_{th} が数V程度までばらつく。

また、ゲート電極下のシリコンのチャネル領域の結晶粒の大きさにばらつきがあると、個々のトランジスタでキャリア移動度 μ にばらつきが生じる。

また、ゲート電極下のシリコンのチャネル領域に結晶粒界の凹凸があると、個々のトランジスタで性能にばらつきや劣化が生じる。

また、多結晶領域に不純物を注入すると、結晶粒界に不純物が偏析してしまうためキャリア濃度を制御するのが困難である。

本発明者は従来手法で作製されている多結晶半導体薄膜の結晶粒の分布について観察検討した。図19は薄膜トランジスタの製造に用いられている従来の多結晶半導体薄膜基板における多結晶半導体薄膜の結晶粒の配置状態を示す図である。

この図は、顕微鏡写真を基にした図であり、図に示すように結晶粒250は三角形、四角形、五角形、六角形、七角形、八角形と種々な形になっていて六角形結晶粒251が最も多い。この六角形結晶粒251の数は30～40%程度となっていることが分かった。ここで、評価領域として、一辺 $10\mu\text{m}$ の正方形領域をとり、任意の場所で測定した。

本発明者は三角形、四角形、五角形の数を減らし、その分六角形の結晶粒を多くすることにより、多結晶半導体薄膜における結晶粒を均一化できるのではないかと、すなわち、薄膜トランジスタの特性の向上

および均一化が図れるのではないかと思慮した。

そこで、非晶質シリコン膜に照射するレーザエネルギー密度と形成される結晶粒の形状との関係を調べたところ、各形状ごとに最もその形状を多く発生させるレーザエネルギー密度（形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c ）が存在することを知見した。すなわち、四角形を多く発生させるレーザエネルギー密度，五角形を多く発生させるレーザエネルギー密度，六角形を多く発生させるレーザエネルギー密度が存在することが分かった。

本発明は前記知見に基づく形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c による結晶化手法を取り入れた発明であり、多結晶半導体薄膜の結晶粒を六角形とし、かつ六角形の専有率を 50～100% とするものである。

本発明の目的は、結晶粒の大きさおよびキャリア濃度が均一でかつ表面が平坦な多結晶半導体薄膜を提供することにある。

本発明の他の目的は、特性が良好でかつ特性のばらつきが小さい薄膜トランジスタを有する半導体装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、薄膜トランジスタを有する半導体装置を組み込んだ特性が良好な電子装置を提供することにある。

本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

前記（１）の手段によれば、絶縁性基板と、前記絶縁性基板の一面に多結晶半導体薄膜が設けられてなる多結晶半導体薄膜基板であって、前記多結晶半導体薄膜を形成する結晶粒は 50～100% が六角形となっている。前記多結晶半導体薄膜表面および内部の結晶粒界の電子

軌道は結合している。前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が 5 nm 以下である。前記絶縁性基板はガラス基板であり、前記多結晶半導体薄膜は多結晶シリコン膜である。

このような多結晶半導体薄膜基板は以下の方法によって製造される。絶縁性基板の表面に非晶質半導体膜を形成した後、前記非晶質半導体膜にレーザ光を照射して前記非晶質半導体膜を結晶化して多結晶半導体薄膜を形成する多結晶半導体薄膜基板の製造方法であって、前記絶縁性基板裏面または前記非晶質半導体膜に紫外線を照射して前記非晶質半導体膜を溶融温度以下に加熱するとともに、結晶粒が最も多く六角形に形成される形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c のレーザ光を前記非晶質半導体膜面に繰り返し照射して多結晶半導体薄膜に変換させる。

前記非晶質半導体膜面に形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c による第一レーザ照射を複数回繰り返して行った後、前記第一レーザ照射のレーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で第二レーザ照射を複数回繰り返して行う。前記第一レーザ照射および第二レーザ照射は前記非晶質半導体膜面に沿ってレーザ光を走査させながら行う。前記レーザ光照射の周期と前記紫外線加熱の周期を同期して行う。前記レーザ光照射をエキシマレーザで行うとともに、エキシマレーザから放射したレーザ光を光学部品で二つの光路に分けて一方は遅れてレーザ光照射位置に到達するようにし、かつ光路長が短い経路を通るレーザ光を光減衰器を通過させて減衰させて前記レーザ光照射位置に到達させて前記多結晶半導体薄膜を形成する。

(2) 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置であって、前記トランジスタ（薄膜トランジスタ）は前記手段(1)の構成の多結晶半導体薄膜に形成されている。

このような半導体装置は以下の方法によって製造される。多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタを形成して半導体装置を製造する方法であって、前記多結晶半導体薄膜は前記手段（１）の構成による多結晶半導体薄膜基板の製造方法によって製造する。

（３）多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置を組み込んだ電子装置であって、前記半導体装置は前記手段（２）の構成の半導体装置で構成されている。たとえば、電子装置は液晶表示装置であり、前記半導体装置は液晶表示パネルの各画素を動作させるトランジスタや周辺ドライバ回路を構成するトランジスタを有し、液晶表示装置の液晶表示パネルに重ねられて取り付けられている。

（４）多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置を組み込んだ電子装置であって、たとえば、電子装置は情報処理装置であり、前記半導体装置の各トランジスタによって中央演算回路部、キャッシュ回路部、メモリ回路部、周辺回路部、入出力回路部、バス回路部等が形成されている。

前記（１）の手段によれば、（ａ）多結晶半導体薄膜の結晶粒はその５０％～１００％が六角形結晶粒となり、かつ粒子径も０．２～０．３ μm と均一になることから、キャリア移動度 μ が向上するとともに、各領域でのキャリア移動度 μ のばらつきが少ない多結晶半導体薄膜基板を提供することができる。

（ｂ）多結晶半導体薄膜表面および内部の結晶粒界の電子軌道は結合していることから、キャリア移動度が一定になるとともに、個々のトランジスタの信頼性が向上する効果が得られる。すなわち、個々のトランジスタの長寿命化が達成される。

（ｃ）多結晶半導体薄膜の形成時、繰り返しレーザ光を照射するこ

とから、多結晶半導体薄膜の表面の凹凸は小さくなり、平坦な多結晶半導体薄膜基板を提供することができる。

(d) 多結晶半導体薄膜の形成時、六角形を形成するに最もよい形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c で複数回繰り返してレーザ光照射を行うため、非晶質半導体膜は順次六角形の種結晶が形成されるとともに、隣り合う六角形結晶粒は相互に動き回って隣接する六角形結晶粒と順次密接するようになり、その後形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で複数回繰り返してレーザ光照射が行われることから、結晶粒界に不純物が偏析し難くなり、各結晶粒のキャリア濃度が一定する。

前記(2)の手段によれば、(a) 多結晶半導体薄膜の結晶粒はその50%~100%が六角形結晶粒となり、かつ粒径も0.2~0.3 μm と均一になることから、トランジスタ(TFT)を形成した場合、ゲート電極下のシリコンのチャネル領域における結晶粒界が少なくなり、キャリア移動度 μ が向上するとともに、各トランジスタでのキャリア移動度のばらつきが少なくなる。

(b) 各トランジスタにおいてゲート電極下のシリコンのチャネル領域に存在する結晶粒界の密度にばらつきが少なくなり、各トランジスタのしきい電圧 V_{th} が均一になる。

(c) 多結晶半導体薄膜の形成時、繰り返しレーザ光を照射することから、多結晶半導体薄膜の表面の凹凸は小さくなり、個々のトランジスタの性能のばらつきが小さくなるとともに、劣化も生じ難くなり、トランジスタの長寿命化が達成できる。

(d) 多結晶半導体薄膜の形成時、六角形を形成するに最もよい形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c で複数回繰り返してレーザ光照射を行うため、非晶質半導体膜は順次六角形の種結晶が形成されるとと

もに、隣り合う六角形結晶粒は相互に動き回って隣接する六角形結晶粒と順次密接するようになり、その後形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で複数回繰り返してレーザ光照射が行われることから、結晶粒界に不純物が偏析し難くなり、各結晶粒のキャリア濃度が一定する。この結果トランジスタの特性が安定する。

前記（３）の手段によれば、液晶表示パネルの各画素を動作させる複数のトランジスタはいずれも特性が均一になることから品質の良好な画像を得ることができる。

前記（４）の手段によれば、ガラス基板面に形成される薄膜トランジスタによって、中央演算回路部、キャッシュ回路部、メモリ回路部、周辺回路部、入出力回路部、バス回路部等が形成されているため、薄型で高機能な情報処理装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

図１は本発明の一実施形態（実施形態１）である多結晶半導体薄膜の製造状態を示す模式的断面図である。

図２は本実施形態１の多結晶半導体薄膜の製造方法を示す模式的断面図である。

図３は本実施形態１の多結晶半導体薄膜基板を示す斜視図である。

図４は本実施形態１の多結晶半導体薄膜基板の一部の断面を示す断面図である。

図５は本実施形態１の多結晶半導体薄膜基板の多結晶半導体薄膜の結晶粒構成を示す模式的平面図である。

図６は多結晶半導体薄膜の製造における結晶粒の特質や作製条件の

違い等分析結果を示すグラフ群である。

図 7 は多結晶半導体薄膜の製造における六角形結晶粒とレーザ光照射回数との相関を示すグラフと、レーザ光照射回数と多結晶半導体薄膜の表面の凹凸との関係を示すグラフである。

図 8 はレーザエネルギー密度の違いによる結晶粒の違いを示す模式図である。

図 9 は繰り返して行うレーザ光照射による結晶粒の成長過程を示す模式図である。

図 10 は本実施形態 1 によって製造されたトランジスタ（薄膜トランジスタ）を示す模式的断面図である。

図 11 は本実施形態 1 の薄膜トランジスタの製造方法を示す模式的断面図である。

図 12 は本発明の他の実施形態（実施形態 2）である多結晶半導体薄膜の製造状態を示す模式的断面図である。

図 13 は本発明の他の実施形態（実施形態 3）である多結晶半導体薄膜の製造状態を示す模式的断面図である。

図 14 は本発明の他の実施形態（実施形態 4）である液晶表示装置の一部を示す模式的斜視図である。

図 15 は本発明の他の実施形態（実施形態 5）である情報処理装置の一部を示す模式的斜視図である。

図 16 は図 15 の二点鎖線円で囲まれた部分の拡大模式図である。

図 17 は従来の薄膜トランジスタの製造方法を示す模式的断面図である。

図 18 は従来の多結晶半導体薄膜の製造方法におけるレーザエネルギー密度と結晶粒径との相関を示すグラフである。

図 19 は従来の多結晶半導体薄膜基板における多結晶半導体薄膜の

結晶粒構成を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

実施形態 1

図 1 乃至図 11 は本発明の一実施形態（実施形態 1）である薄膜トランジスタを有する半導体装置の製造技術に係わる図である。特に図 1 乃至図 9 は多結晶半導体薄膜基板の製造に係わる図であり、図 10 および図 11 は前記多結晶半導体薄膜基板を用いて薄膜トランジスタを製造する方法を示す図である。

図 2（a）～（d）に本実施形態 1 の多結晶半導体薄膜の形成方法（過程）を示す。

最初に、図 2（a）に示すように、加熱板 606（たとえば、カーボン抵抗加熱ヒータ）の上に絶縁体基板 602（たとえば、ガラス、熔融石英、サファイア、プラスチック、ポリイミドなど）を載置する。その後、前記絶縁体基板 602 の上に非晶質半導体膜 601（たとえば、Si、Ge、SiGe など）を化学気相成長法やスパッタ法などを用いて堆積させる。前記非晶質半導体膜 601 の厚さは 60 nm 以下が望ましい。

つぎに、図 2（b）に示すように、加熱板 606 を摂氏百度以上の一定温度にする。このとき前記絶縁体基板 602 および前記非晶質半導体膜 601 に温度むらが生じないように注意する。

つぎに、前記非晶質半導体膜 601 の表面を第一レーザ照射（第一

エキシマレーザ照射) 604 (KrF, XeCl など) で照射し、矢印の方向 603 に走査する。第一エキシマレーザ照射 604 のエネルギー密度は、後述のようにして設定される形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c ($360 \text{ mJ} / \text{cm}^2$) で複数回繰り返して行われる。また、第一エキシマレーザ照射 604 の後、前記形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度 (たとえば $320 \text{ mJ} / \text{cm}^2$) で第二レーザ照射 (第二エキシマレーザ照射) 605 を行う。たとえば、第一エキシマレーザ照射 604 および第二エキシマレーザ照射 605 はそれぞれ 30 ~ 60 回行われる。

ここで、本発明者によって設定される形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c とそのレーザ光照射によって形成される多結晶半導体薄膜等について説明する。

図 6 は多結晶半導体薄膜の製造における結晶粒の特質や作製条件の違い等分析結果を示すグラフ群であり、図 6 (a) は結晶粒の形状 (N) と数密度との相関を示すグラフ、図 6 (b) は N と半値幅との相関を示すグラフ、図 6 (c) はレーザエネルギー密度と発生する形状 (N) との相関を示すグラフである。

図 7 は多結晶半導体薄膜の製造における六角形結晶粒とレーザ光照射回数との相関を示すグラフと、レーザ光照射回数と多結晶半導体薄膜の表面の凹凸との関係を示すグラフである。

非晶質半導体膜をレーザ加熱によって結晶化して多結晶半導体薄膜を製造する従来の方法による結晶粒の一例は、前述のように三角形、四角形、五角形、六角形、七角形、八角形となる。その分布は、図 6 (a) に示すようになる。同グラフは横軸に N をとり、縦軸に数密度をとる。

N は任意の結晶粒の最近接結晶粒の数である。N について統計分布

を調べると、図 6 (a) に示すように正規分布になる。この正規分布の半値幅は、多結晶膜の均一性に対応していて、半値幅が狭い程、多結晶膜は均一となる。

図 6 (b) は、半値幅と N の関係を示している。半値幅は、 $N = 6$ で極小値をとる。 $N = 6$ は結晶粒（上記任意の結晶粒）の表面形状が六角形であることと等価である。

図 6 (c) は、前記非晶質半導体膜を摂氏百度以上にして、レーザ加熱したときのレーザエネルギー密度と N との関係である。エネルギー密度が E_c のとき N は 6 になる。すなわち、レーザエネルギー密度が E_c の場合、結晶粒は六角形結晶粒となりやすいことが判明した。そこで、この E_c を形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c とする。

図 7 (a) は、前記非晶質半導体膜を摂氏百度以上にして、レーザのエネルギー密度が E_c 以下のもとでレーザ光照射を行った場合での最適なレーザ光照射回数 M が M_c であることを示している。

図 7 (b) は前記非晶質半導体膜を摂氏百度以上にして、レーザのエネルギー密度が E_c 以下のもとでレーザ照射（第二レーザ照射）を行った場合でのレーザ光照射回数 M と多結晶半導体薄膜表面の凹凸との関係である。ここで凹凸は、最大山谷長で定義する。具体的には、結晶粒界の角における山谷長がそれに相当する。 M の増加に伴い凹凸が 5 nm 以下に減少する。また、結晶粒界の化学結合が再結合する。

図 8 (a) ～ (c) はレーザエネルギー密度の違いによる多結晶半導体薄膜における結晶粒の形の違いを示す図である。この図は顕微鏡写真を基にして得た図である。

図 8 (a) は形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で形成された多結晶半導体薄膜における結晶粒状態を示すものである。この図から分かるように、結晶粒は六角形が多いも

の、三角形、四角形、五角形等が存在している。六角形結晶粒は30～40%程度以下である。

図8(b)は形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c で繰り返しレーザ光照射しながら多結晶半導体薄膜とした例である。これは形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c で第一レーザ照射を複数回繰り返し行った後、形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で第二レーザ照射を繰り返し行った例である。たとえば、第一レーザ照射のレーザエネルギー密度は $360 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ (形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c)であり、第二レーザ照射のレーザエネルギー密度は $320 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ である。この例では繰り返し照射回数を増大させることによって、六角形結晶粒を50～100%程度にすることができる。また、六角形結晶粒は $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 直径程度と均一になる。

この多結晶半導体薄膜を構成する結晶粒の50～100%の表面形状が六角形であることの確認は、多結晶半導体薄膜の中心を含む一辺 $10 \mu\text{m}$ の正方形の評価領域をとり、たとえば走査電子顕微鏡観察により行った。この評価領域の観察結果は、多結晶半導体薄膜表面全体の結晶粒の状態を反映している。

前記第一レーザ照射では、1乃至所定回数繰り返しレーザ光照射を行うと、結晶粒は順次六角形結晶粒が発生し、その後は、図9(a)に示すように回転や移動を続けて、図9(b)に示すように隣接する六角形結晶粒の各辺が一致するようになる。また、このレーザ光照射によれば、結晶粒の界面に不純物が偏析し難くなり、各結晶粒のキャリア濃度が一定する。

なお、図9(a)に示すように、六角形結晶粒251の間に小結晶粒1001が発生しても、繰り返し行われる第一レーザ照射段階およ

び第二レーザ照射段階で周囲の大きな六角形結晶粒 251 と合体して消滅する。

また、第二レーザ照射段階において、引き続き形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c でレーザ光照射を行ってもよい。

図 8 (c) は形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも高いレーザエネルギー密度でレーザ光照射を行った例であり、この場合には結晶の再溶融が発生し、結晶粒界が再結合して島状に大粒化してしまう。

最初のレーザ光照射後、多結晶半導体薄膜 640 の表面には、起伏 610 が形成され、結晶粒界 611 が形成される。前記結晶粒界 611 には不對結合がある。また、図 2 (b) ~ (d) に示すように、レーザ光照射の回数の増大に伴って、結晶粒界は 611, 621, 631 と順次細くなるとともに、表面起伏も 610, 620, 630 と順次平坦化される。

以上の方法により、図 3 に示すような多結晶半導体薄膜基板 260 を製造することができる。図 4 は多結晶半導体薄膜基板 260 の一部を示す断面図である。

この図からも分かるように、表面が平坦な多結晶半導体薄膜 640 が形成される。また、多結晶半導体薄膜 640 の結晶粒も、図 5 に示すように、その殆どが六角形結晶粒 251 となる。製造方法によって六角形結晶粒 251 を 50 ~ 100 % にすることができる。

ここで、エキシマレーザ照射について図 1 を参照しながら説明する。エキシマレーザ装置は、下部に紫外線ランプ加熱装置 106 を有し、これに対応する上部にはエキシマレーザ（エキシマレーザ発生機） 101 を有する。これら紫外線ランプ加熱装置 106 およびエキシマレーザ 101 は制御装置 107 によって制御される。

上面に非晶質半導体膜（非晶質シリコン膜） 601 を有する絶縁体

基板（ガラス基板）602は紫外線ランプ加熱装置106上に配置され、紫外線ランプ加熱装置106によって予備加熱される。また、エキシマレーザ101からはレーザ光（エキシマレーザ光）660が照射される。絶縁体基板602を支持する図示しないステージはエキシマレーザ101に対して相対的に移動することから、絶縁体基板602の上面の非晶質半導体膜601全域にエキシマレーザ光660を照射し、多結晶半導体薄膜化が可能になる。

本実施形態1では、第一エキシマレーザ照射604、第二エキシマレーザ照射605と二段階に亘ってレーザ光照射が行われる。それぞれの段階においては30～60回程度繰り返してレーザ光照射が行われる。また、第一エキシマレーザ照射604では形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c でレーザ光照射が行われ、第二エキシマレーザ照射605では形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度でレーザ光照射が行われる。第二エキシマレーザ照射605においては、一定のレーザエネルギー密度で行ってもよく、また途中から徐々にレーザエネルギー密度を低くしながらレーザ光照射を行ってもよい。

本実施形態1の多結晶半導体薄膜基板の製造方法によれば、多結晶半導体薄膜640の結晶粒250はその50%～100%が六角形結晶粒251となり、かつ粒径も0.2～0.3 μm と均一になることから、キャリア移動度 μ が向上するとともに、各領域でのキャリア移動度 μ のばらつきが少ない多結晶半導体薄膜基板を提供することができる。キャリア移動度 μ はたとえば200～300 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 程度と高めることができる。

また、多結晶半導体薄膜表面および内部の結晶粒界の電子軌道は結合していることから、キャリア移動度が一定になるとともに、個々の

トランジスタの信頼性が向上する効果が得られる。

また、多結晶半導体薄膜 640 の形成時、繰り返しレーザ光を照射することから、多結晶半導体薄膜 640 の表面の凹凸は小さくなり、平坦な多結晶半導体薄膜基板を提供することができる。たとえば、前記凹凸は 5 nm 以下に抑えることができる。

また、多結晶半導体薄膜 640 の形成時、六角形を形成するに最もよい形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c で複数回繰り返してレーザ光照射を行うため、非晶質半導体膜には順次六角形の種結晶が形成されるとともに、隣り合う六角形結晶粒は相互に動き回って隣接する六角形結晶粒 251 と順次密接するようになり、その後形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で複数回繰り返してレーザ光照射が行われることから、結晶粒界に不純物が偏析し難くなり、各結晶粒のキャリア濃度が一定する。

なお、実施形態における紫外線ランプ加熱およびレーザ加熱の時の雰囲気は真空でも不活性ガス（例えば、アルゴン、クリプトン、ヘリウム）や窒素ガスでもよい。

つぎに、薄膜トランジスタの製造方法について説明する。たとえば、図 11 (a) に示すように、表面に多結晶半導体薄膜（多結晶シリコン膜）640 を有する絶縁体基板（ガラス基板）602 を用意する。図 11 の例では、図 3 で示す多結晶半導体薄膜基板 260 とは異なるが、絶縁体基板 602 と多結晶半導体薄膜 640 との間にシリコン酸化膜 651 をバッファ層として入れた構造になっている。バッファ層はなくてもよいが、本実施形態 1 ではバッファ層のある多結晶半導体薄膜基板 260 で薄膜トランジスタを製造する方法について説明する。

図 11 (a) に示すように、トランジスタのチャネル領域 672 を形成するためにホトレジスト膜 670 を選択的に設け、その後、リン

(P)を多結晶半導体薄膜640に注入し、かつアニール処理してn型の不純物領域671を形成する。この不純物領域671がソース領域またはドレイン領域になる。また、必要ならば、前記多結晶半導体薄膜640には多結晶半導体薄膜を形成する段階で所定の不純物をドーピングしておく。

つぎに、図11(b)に示すように、選択エッチングを行い、チャネル領域672の両側にそれぞれ所定の長さの不純物領域671を延在させるようにする。

つぎに、図11(b)に示すように、絶縁体基板602の上面全域にシリコン酸化膜を形成してゲート絶縁膜673とする。

つぎに、図11(b)に示すように、前記チャネル領域672上にゲート電極674を形成する。

なお、不純物拡散を先のように行うことなく、ゲート絶縁膜673を設け、ゲート電極674を形成した後、ゲート電極674をマスクとしてリンを多結晶半導体薄膜640に打ち込んでソース領域やドレイン領域になる不純物領域671を形成してもよい。

つぎに、絶縁体基板602の上面全域に層間絶縁膜675を形成した後、コンタクト穴を設け、不純物領域671に接続される電極(ソース電極、ドレイン電極)676や図示しないゲート配線電極を形成する。また、図示はしないが、トランジスタはパッシベーション膜で覆われ、かつパッシベーション膜の一部は除去されて外部電極が露出するようになる。

図ではトランジスタは1個しか示していないが、実際には複数形成される。

本実施形態1によるトランジスタは、多結晶半導体薄膜640の結晶粒250はその50%~100%が六角形結晶粒251となり、か

つ粒子径も $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ と均一になることから、トランジスタ(TFT)を形成した場合、ゲート電極下のシリコンのチャネル領域における結晶粒界が少なくなり、キャリア移動度 μ が向上するとともに、各トランジスタでのキャリア移動度のばらつきが少なくなる。キャリア移動度 μ はたとえば $200 \sim 300 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 程度と高めることができる。

また、各トランジスタにおいてゲート電極下のシリコンのチャネル領域に存在する結晶粒界の密度にばらつきが少なくなり、各トランジスタのしきい電圧 V_{th} が均一になる。しきい電圧 V_{th} のばらつきを 0.1 V 以下に抑えることができる。

また、多結晶半導体薄膜640の形成時、繰り返しレーザ光を照射することから、多結晶半導体薄膜の表面の凹凸は小さくなり、個々のトランジスタの性能のばらつきが小さくなるとともに、劣化も生じ難くなり、トランジスタの長寿命化が達成できる。

また、多結晶半導体薄膜640の形成時、六角形を形成するに最もよい形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c で複数回繰り返してレーザ光照射を行うため、非晶質半導体膜は順次六角形の種結晶が形成されるとともに、隣り合う六角形結晶粒は相互に動き回って隣接する六角形結晶粒と順次密接するようになり、その後形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度で複数回繰り返してレーザ光照射が行われることから、結晶粒界に不純物が偏析し難くなり、各結晶粒のキャリア濃度が一定する。この結果トランジスタの特性が安定する。

また、トランジスタのチャネル領域には形および大きさが均一な結晶粒で形成され、かつ結晶粒界の化学結合が再結合していて表面の凹凸が小さいため、半導体とゲート絶縁膜との界面準位密度が低下し、

しきい電圧 V_{th} を下げることができる。また同様の理由によって、短チャネル化によるばらつきを抑えることができる。

本実施形態では、多結晶半導体薄膜における結晶粒は大きさが揃った六角形結晶粒となっていることから、キャリア移動度が高くかつそのばらつきが小さく、かつしきい電圧 V_{th} のばらつきが小さいことから、複数のトランジスタを製造した場合、各トランジスタの特性ばらつきが小さく、半導体装置の製造歩留りの向上を図ることができる。したがって、半導体装置の製造コストの低減が達成できる。

実施形態 2

図 12 は本発明の他の実施形態（実施形態 2）である多結晶半導体薄膜の形成状態を示す模式図である。

本実施形態 2 のエキシマレーザ装置では、図 12 に示すように、下部の紫外線ランプ加熱装置 106 と、上部のエキシマレーザ（エキシマレーザ発生機）101 との間に上面に非晶質半導体膜（非晶質シリコン膜）601 を有する絶縁体基板（ガラス基板）602 を配置し、前記制御装置 107 によって前記紫外線ランプ加熱装置 106 とエキシマレーザ 101 を制御する。紫外線ランプ加熱装置 106 で予備加熱を行い、エキシマレーザ 101 から放射されるレーザ光 160 で非晶質半導体膜 601 を多結晶半導体薄膜に形成する。

本実施形態 2 では、制御装置 107 を用いて、紫外線ランプ加熱装置 106 とエキシマレーザ 101 を制御し、紫外線の発光間隔とエキシマレーザ照射を同期させる。この場合、絶縁体基板 602 と非晶質半導体膜 601 との間に発生する熱歪を抑制することができる。

実施形態 3

図 13 は本発明の他の実施形態（実施形態 3）である多結晶半導体薄膜の形成状態を示す模式図である。図 3 は特にエキシマレーザのレ

ーザ光照射構成について説明する。

エキシマレーザ 101 から放射されるレーザ光 110 を、サンプルステージ 122 上に載置される絶縁体基板 602 の上面の非晶質半導体膜 601 に照射するわけであるが、本実施形態 3 では、エキシマレーザ 101 から放射したレーザ光 110 を光学部品で二つの光路に分けて一方は遅れてレーザ光照射位置に到達するようにしてある。

すなわち、エキシマレーザ 101 から出射したレーザ光 110 はハーフミラー 102 で二つの光路に分けられ、一方はミラー 103, ミラー 105 を通ってレーザ光照射位置に到達し、他方はハーフミラー 102 で反射された後は直接レーザ光照射位置に到達するようになっている。

これにより、光路長の短い光路を通して来たレーザ光 112 で非晶質半導体膜 601 の予備加熱ができ、光路長の長い光路を通して遅れて来たレーザ光 111 とともに非晶質半導体膜 601 を熔融するようになっている。

ここで、第一レーザ照射段階として形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c でのレーザ光照射を繰り返し複数回行い、続いて第二レーザ照射段階として形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c よりも低いレーザエネルギー密度でのレーザ光照射を繰り返し複数回行うことによって、前記実施形態と同様に良質の多結晶半導体薄膜基板を製造することができる。

実施形態 4

本実施形態 4 では前記実施形態によって製造されるトランジスタ（薄膜トランジスタ）を組み込んだ電子装置について説明する。

図 14 は本発明の他の実施形態（実施形態 4）である液晶表示装置の一部を示す模式的斜視図である。

本実施形態4は多結晶半導体薄膜基板260（絶縁体基板602の上面に形成された非晶質半導体膜601）に複数のトランジスタ（薄膜トランジスタ）18を形成した半導体装置40を画像表示装置（電子装置）に組み込んだ例について説明する。

図14は画像表示装置の一部を示す分解状態の斜視図である。図14に示すように、多結晶半導体薄膜基板260の上面に一連のトランジスタ列を形成した半導体装置40上に、液晶を配置し、画素23を構成する表示パネル22が重ねられてガラス封止される構成になっている。各画素23にはそれぞれ画素ドライバとしてのトランジスタ18が対応し、重ね合わせにより、トランジスタ18のソース電極と画素23の画素電極が接続されるようになっている。

画素23が配列された領域から外れた周辺領域には、アドレスデコーダ、デジタル／アナログ変換回路、コントローラ等の周辺ドライバ回路19が設けられている。なお、10、21はトランジスタ形成領域である。

このような電子装置は、画素23に対応する各トランジスタ18のチャネル領域は実施形態1で説明したように、結晶粒の大きさが揃っていることから、キャリア移動度が一定になるとともに、しきい電圧 V_{th} も一定化するため、高性能な画像表示が可能となり、大面積の画像表示装置においては信頼性を向上させることができる。

実施形態5

図15は本発明の他の実施形態（実施形態5）である情報処理装置の一部を示す模式的斜視図、図16は図15の二点鎖線円で囲まれた部分の拡大模式図である。

本実施形態5においても絶縁体基板602、すなわちガラス基板の面上に実施形態1の場合と同様な手法で使用に供される結晶粒を形成

2 3

して多結晶半導体薄膜基板 260 とする。

情報処理装置 30 は多結晶半導体薄膜基板 260 の面上に形成された各回路によって構成されている。すなわち、図 15 に示すように、多結晶半導体薄膜基板 260 の面上にトランジスタ 18 や図示しない受動素子等が形成される。また、各回路は図示しない配線で接続されているとともに、多結晶半導体薄膜基板 260 の面上には外部端子が設けられたり、あるいはその縁にはコネクタ等が取り付けられ構造になっている。

さらに、多結晶半導体薄膜基板 260 の面上の各回路部分や配線等はパッシベーション膜で覆われて保護されている。10 はトランジスタ形成領域である。

情報処理装置 30 は、例えば中央演算回路部 24 と、前記中央演算回路部 24 にバス回路部 29 を介してそれぞれ接続されるメモリ回路部 26、入出力回路部 28、周辺回路部 27 と、中央演算回路部 24 に接続されるキャッシュ回路部 25 とを有している。

このような情報処理装置 30 では、各トランジスタを多結晶半導体薄膜に形成するが、各トランジスタはそれぞれ結晶粒の大きさが揃い、チャネル領域での結晶粒界も均一になる多結晶半導体薄膜に形成されるため、キャリア移動度 μ が高くばらつきも小さくかつしきい電圧 V_{th} のばらつきも小さい。

したがって、電界効果移動度が従来の多結晶半導体薄膜に形成したものよりも高速になるとともに、情報処理装置 30 の製造コストの低減も達成できる。

以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

また、以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である画像表示装置や情報処理装置に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、他の電子装置にも適用できる。

本発明は少なくとも多結晶半導体薄膜を使用して製造できる電子装置には適用できる。

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

(1) 多結晶半導体薄膜基板において、多結晶半導体薄膜の結晶粒を均一な大きさの六角形結晶粒とし、かつ六角形結晶粒の専有率を50～100%とすることができる。

(2) 多結晶半導体薄膜基板において、多結晶半導体薄膜における結晶粒の大きさおよびキャリア濃度が均一でかつ表面が平坦な多結晶半導体薄膜基板を提供することができる。

(3) 特性が良好でかつ特性のばらつきが小さい薄膜トランジスタを有する半導体装置を提供することができる。

(4) キャリア移動度が高く特性のばらつきが小さい薄膜トランジスタを有する半導体装置を提供することができる。

(5) 半導体装置の歩留りを高めることができ、半導体装置の製造コストの低減を達成することができる。

(6) 高速性能が良好な液晶表示装置や情報処理装置等の電子装置を提供することができる。

請求の範囲

1. 絶縁性基板と、前記絶縁性基板の一面に多結晶半導体薄膜が形成されている多結晶半導体薄膜基板であって、前記多結晶半導体薄膜を形成する複数の結晶粒の中で、最近接結晶粒数が6である結晶粒の数が最も多いことを特徴とする多結晶半導体薄膜基板。
2. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が5 nm以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の多結晶半導体薄膜基板。
3. 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置であって、前記多結晶半導体薄膜を形成する複数の結晶粒の中で、最近接結晶粒数が6である結晶粒の数が最も多いことを特徴とする半導体装置。
4. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が5 nm以下であることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の半導体装置。
5. 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置であって、前記多結晶半導体薄膜には、一辺が10 μ mで、かつ結晶粒の50～100%が最近接結晶粒数6である正方形領域が前記多結晶半導体薄膜の中心を含むように存在していることを特徴とする半導体装置。
6. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が5 nm以下であることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の半導体装置。
7. 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置を有し、前記複数のトランジスタのしきい電圧のばらつきが0.1 V以下であることを特徴とする電子装置。
8. 前記多結晶半導体薄膜を形成する複数の結晶粒の中で、最近接結晶粒数が6である結晶粒の数が最も多いことを特徴とする請求の範囲

第7項に記載の電子装置。

9. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が5nm以下であることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の電子装置。

10. 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置を有する電子装置であって、前記多結晶半導体薄膜には、一辺が10 μ mで、かつ結晶粒の50~100%が最近接結晶粒数6である正方形領域が前記多結晶半導体薄膜の中心を含むように存在していることを特徴とする電子装置。

11. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が5nm以下であることを特徴とする請求の範囲第10項に記載の電子装置。

12. 前記電子装置は液晶表示装置であり、前記半導体装置は液晶表示パネルの各画素を動作させるトランジスタや周辺ドライバ回路を構成するトランジスタを有し、液晶表示装置の液晶表示パネルに重ねられて取り付けられていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の電子装置。

13. 前記電子装置は情報処理装置であり、前記半導体装置の各トランジスタによって中央演算回路部、キャッシュ回路部、メモリ回路部、周辺回路部、入出力回路部、バス回路部等が形成されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の電子装置。

14. 絶縁性基板の表面に非晶質半導体膜を形成した後、前記非晶質半導体膜にレーザ光を照射して前記非晶質半導体膜を結晶化して多結晶半導体薄膜を形成する多結晶半導体薄膜基板の製造方法であって、前記絶縁性基板裏面または前記非晶質半導体膜に紫外線を照射して前記非晶質半導体膜を溶融温度以下に加熱するとともに、最近接結晶粒数が6の結晶粒が最も多く形成される形状選択好適レーザエネルギー密度 E_c のレーザ光を前記非晶質半導体膜面に繰り返し照射し、前記レ

ーザ光照射の周期と前記紫外線加熱の周期を同期して行い、前記レーザー光を光学部品で二つの光路に分けて一方は遅れてレーザー光照射位置に到達するように光路長を長くして前記多結晶半導体薄膜を形成することを特徴とする多結晶半導体薄膜基板の製造方法。

15. 前記二つの光路に分かれたレーザー光のうち、光路長が短い経路を通るレーザー光を光減衰器を通過させて減衰させて前記レーザー光照射位置に到達させて前記多結晶半導体薄膜を形成することを特徴とする請求の範囲第14項に記載の多結晶半導体薄膜基板の製造方法。

16. 多結晶半導体薄膜にトランジスタが形成されてなる半導体装置であって、前記トランジスタのチャネル領域を形成する複数の結晶粒の中で、最近接結晶粒数が6である結晶粒の数が最も多いことを特徴とする半導体装置。

17. 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置であって、前記多結晶半導体薄膜には、一辺が $10\mu\text{m}$ で、かつ最近接結晶粒数が6である結晶粒の数が最も多い正方形領域が前記多結晶半導体薄膜の中心を含むように存在していることを特徴とする半導体装置。

18. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が 5nm 以下であることを特徴とする請求の範囲第17項に記載の半導体装置。

19. 多結晶半導体薄膜に複数のトランジスタが形成されてなる半導体装置を有し、前記多結晶半導体薄膜を形成する複数の結晶粒の中で、最近接結晶粒数が6である結晶粒の数が最も多いことを特徴とする電子装置。

20. 前記多結晶半導体薄膜表面の結晶粒界の凹凸が 5nm 以下であることを特徴とする請求の範囲第19項に記載の電子装置。

図 1

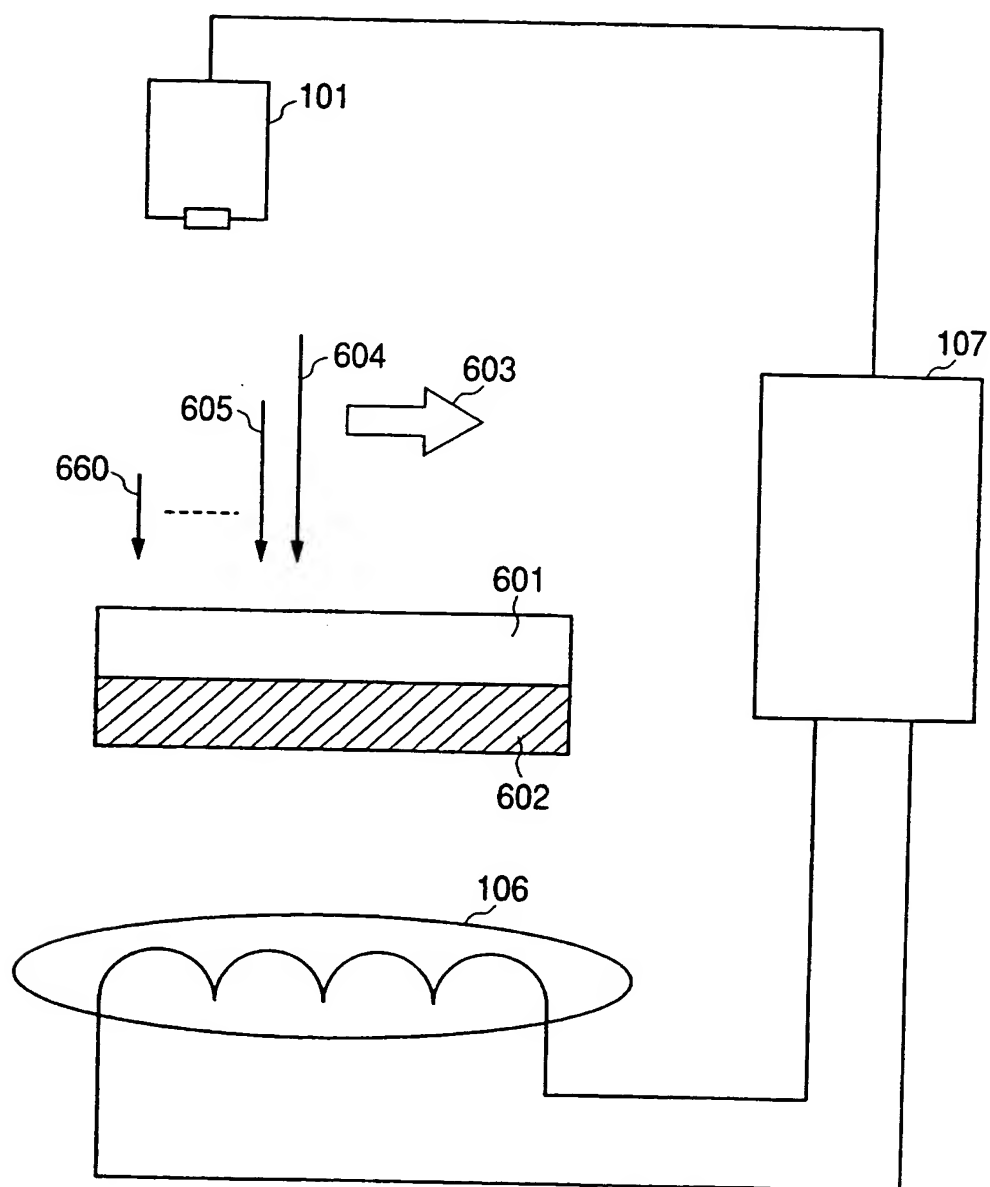
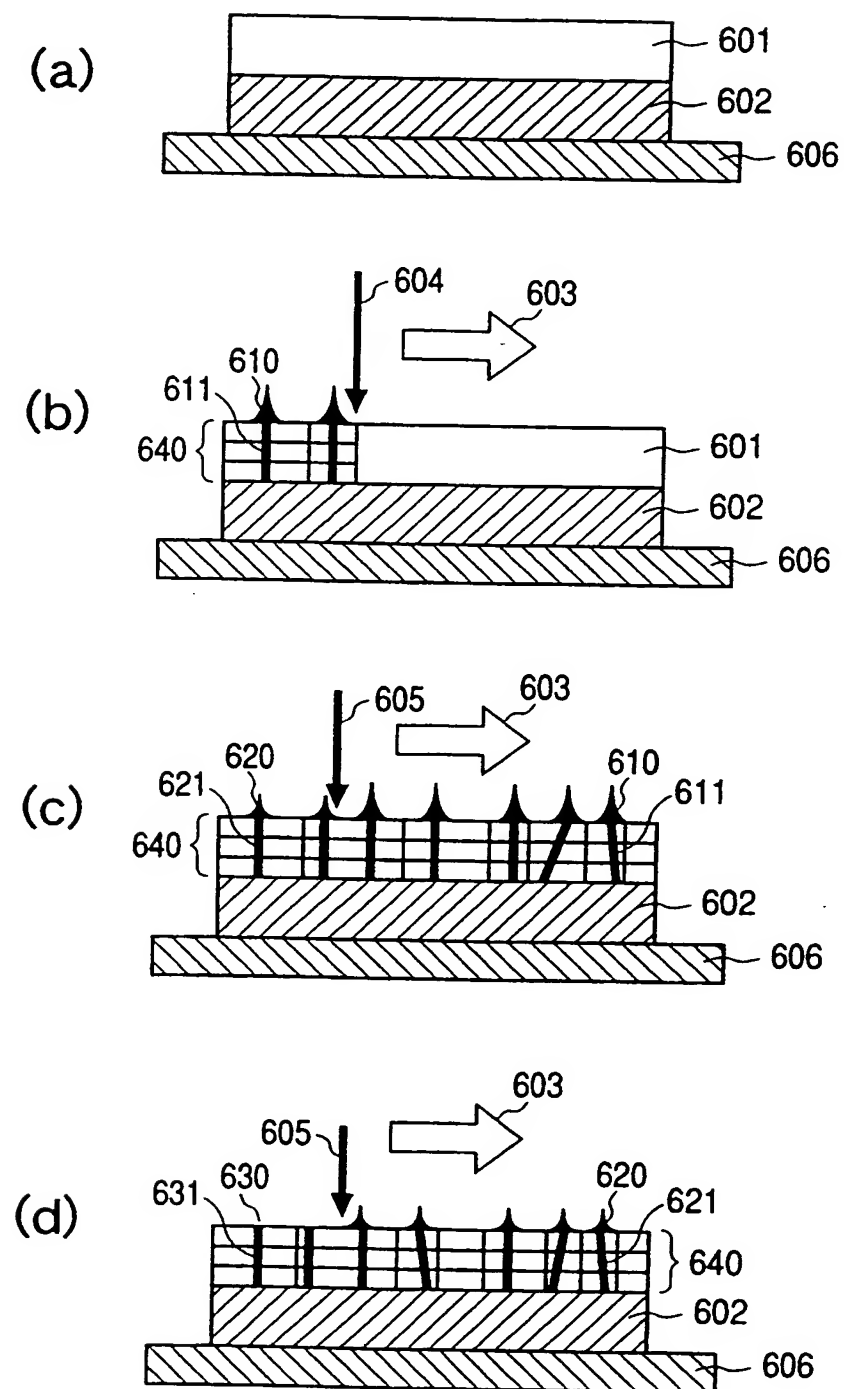


図 2



3 / 16

図 3

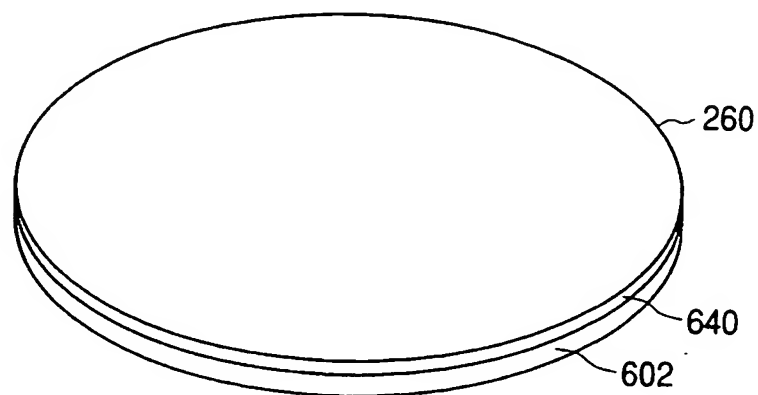


図 4

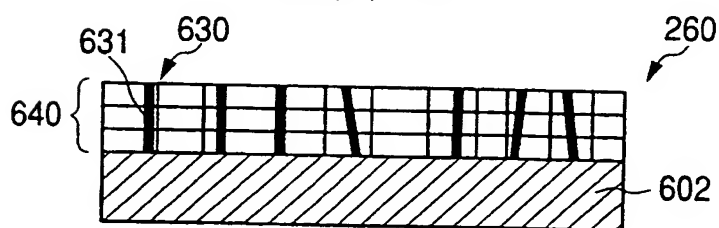
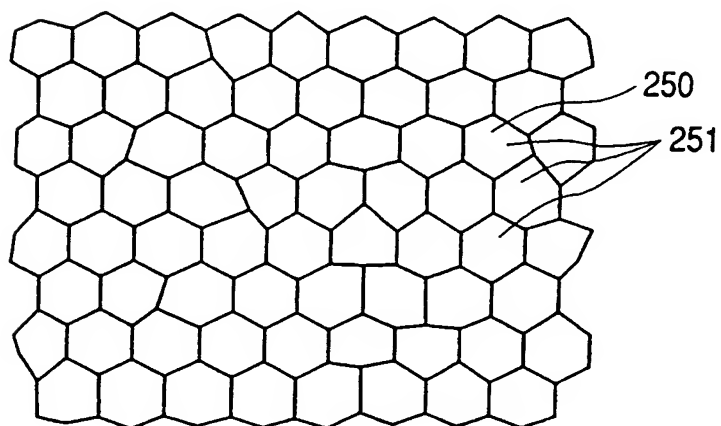


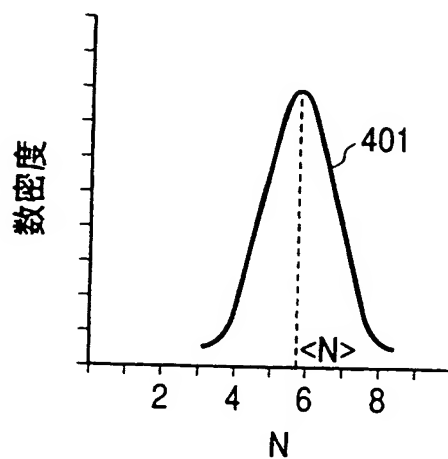
図 5



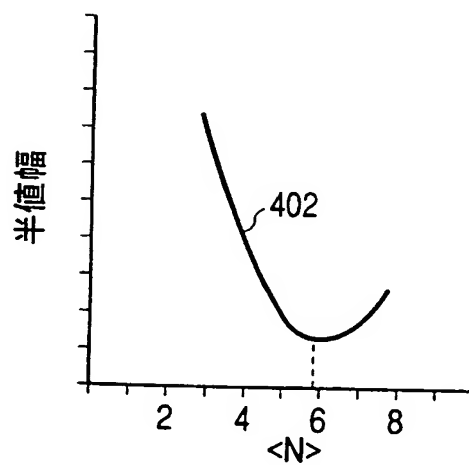
4 / 16

図 6

(a)



(b)



(c)

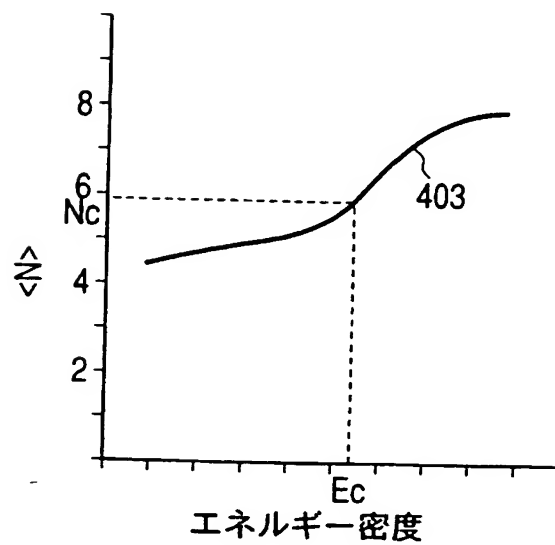


図 7

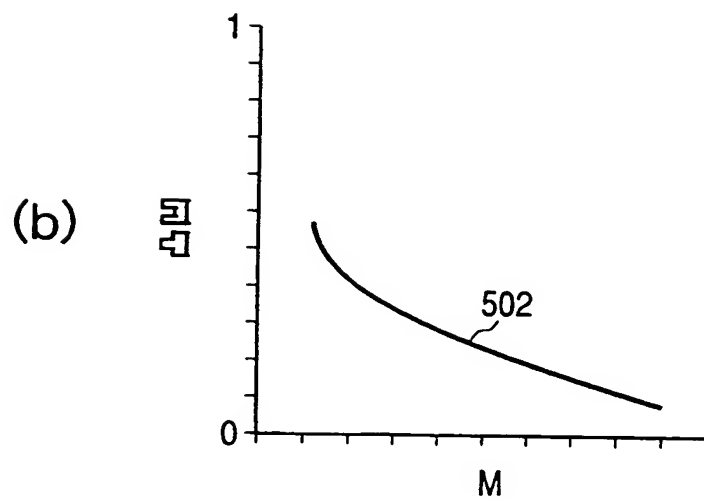
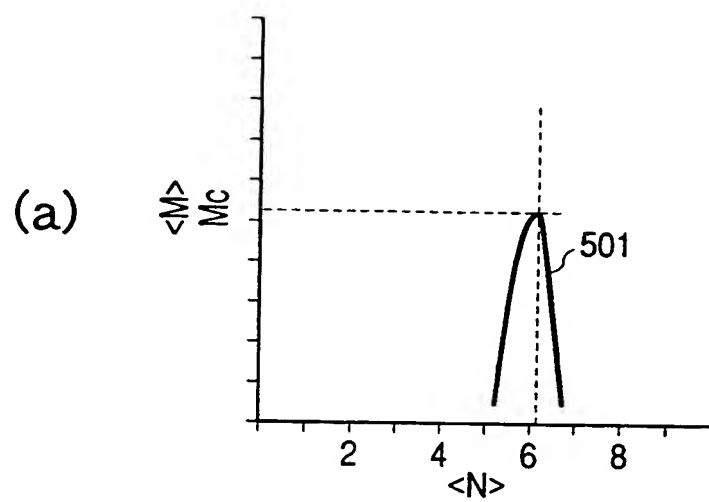


図 8

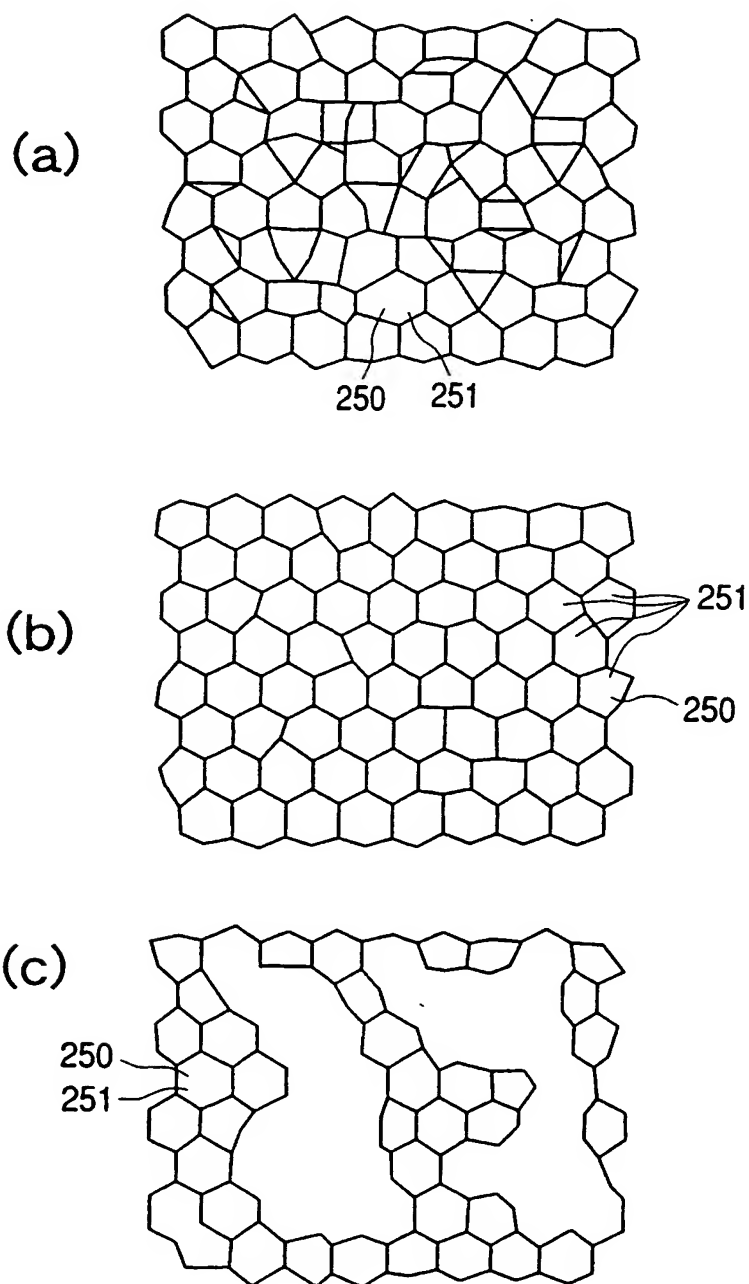
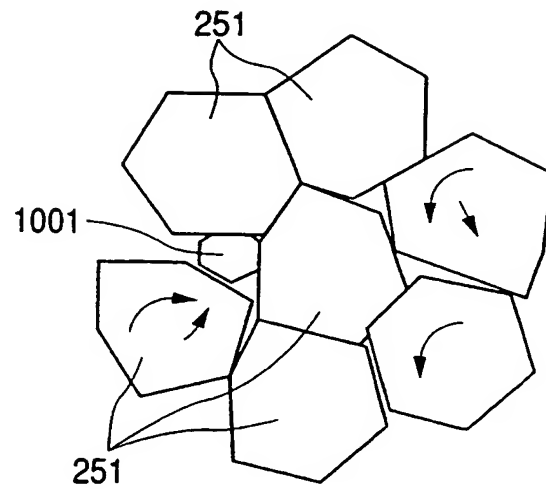


図 9

(a)



(b)

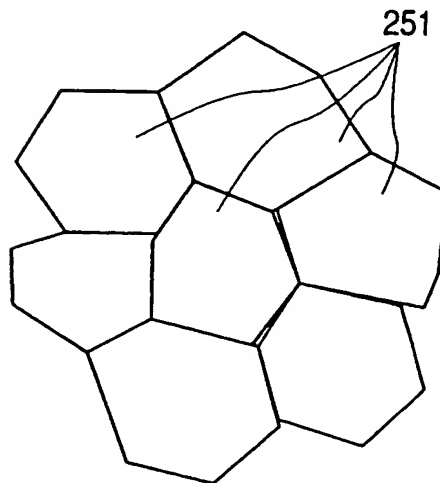


図 10

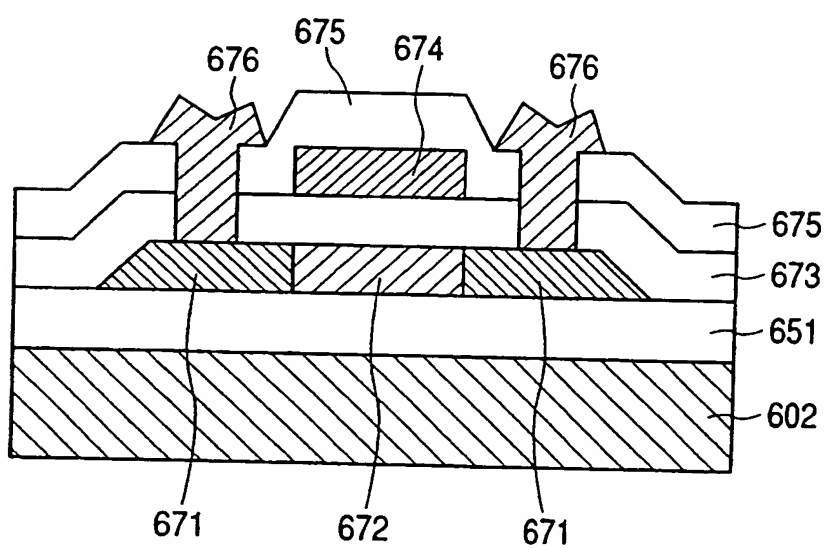
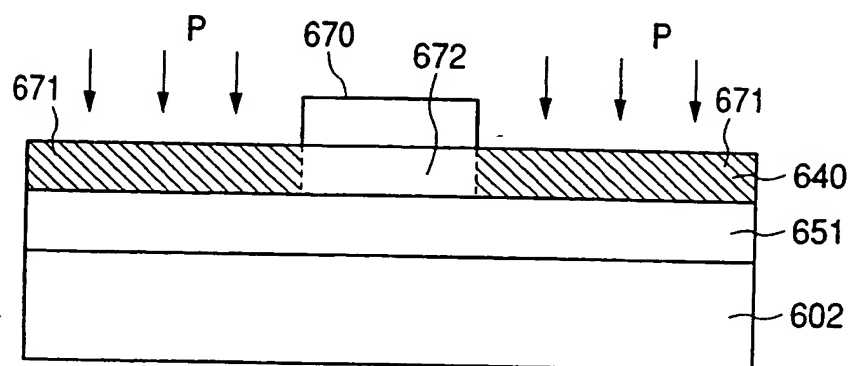


図 11

(a)



(b)

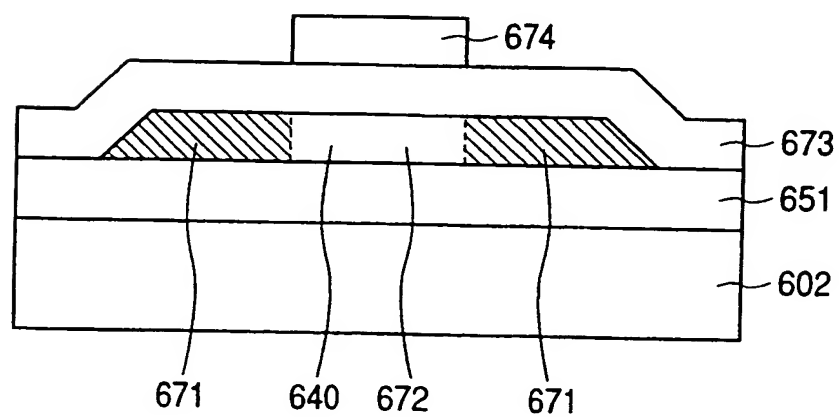


図 12

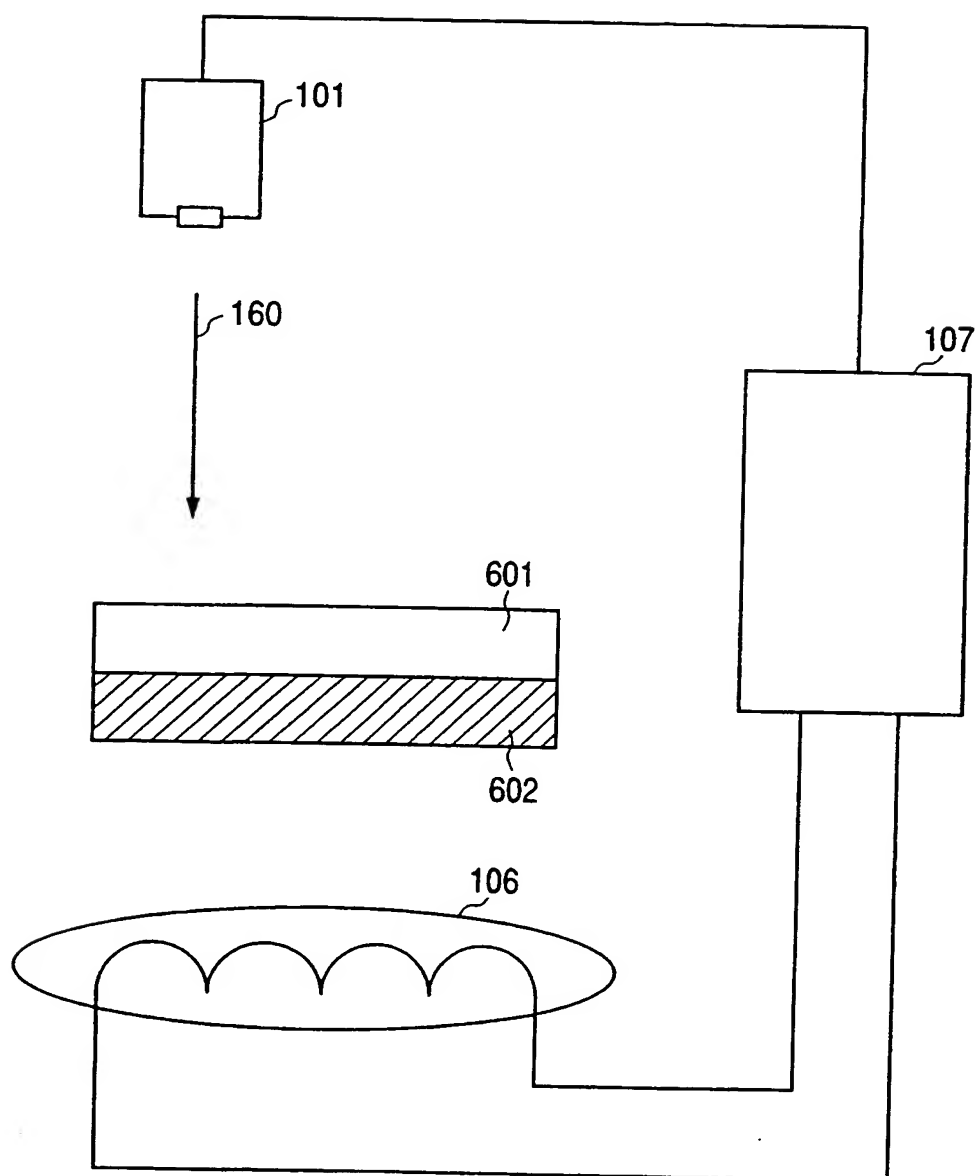
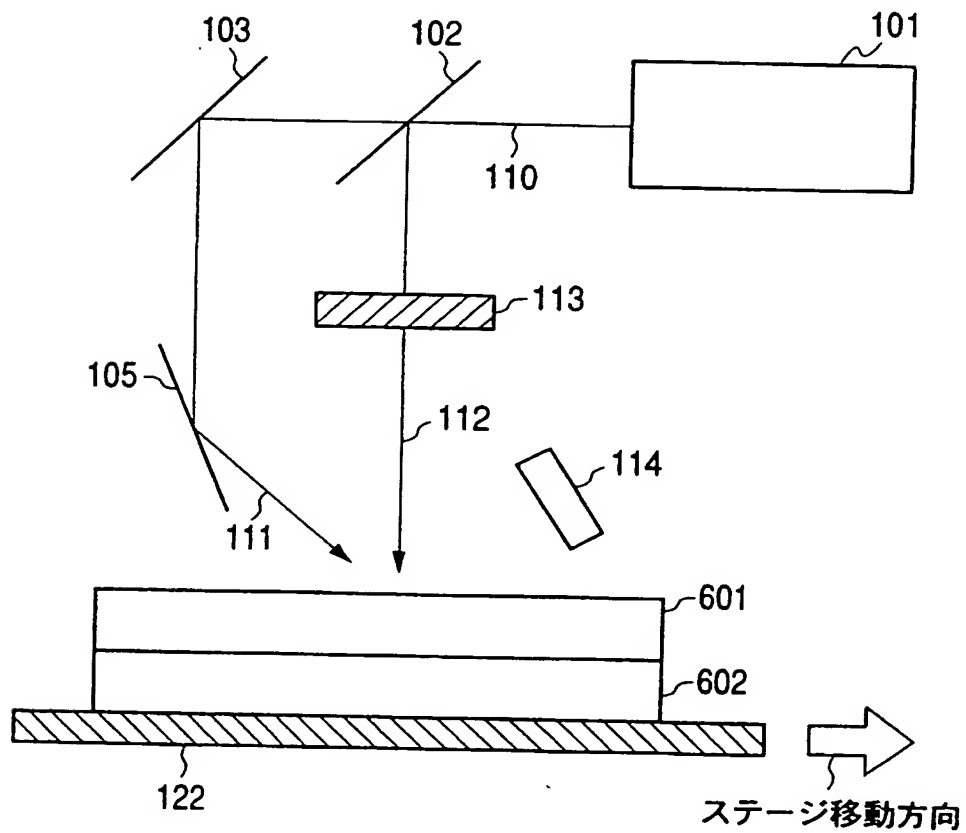


図 13



12 / 16

図 14

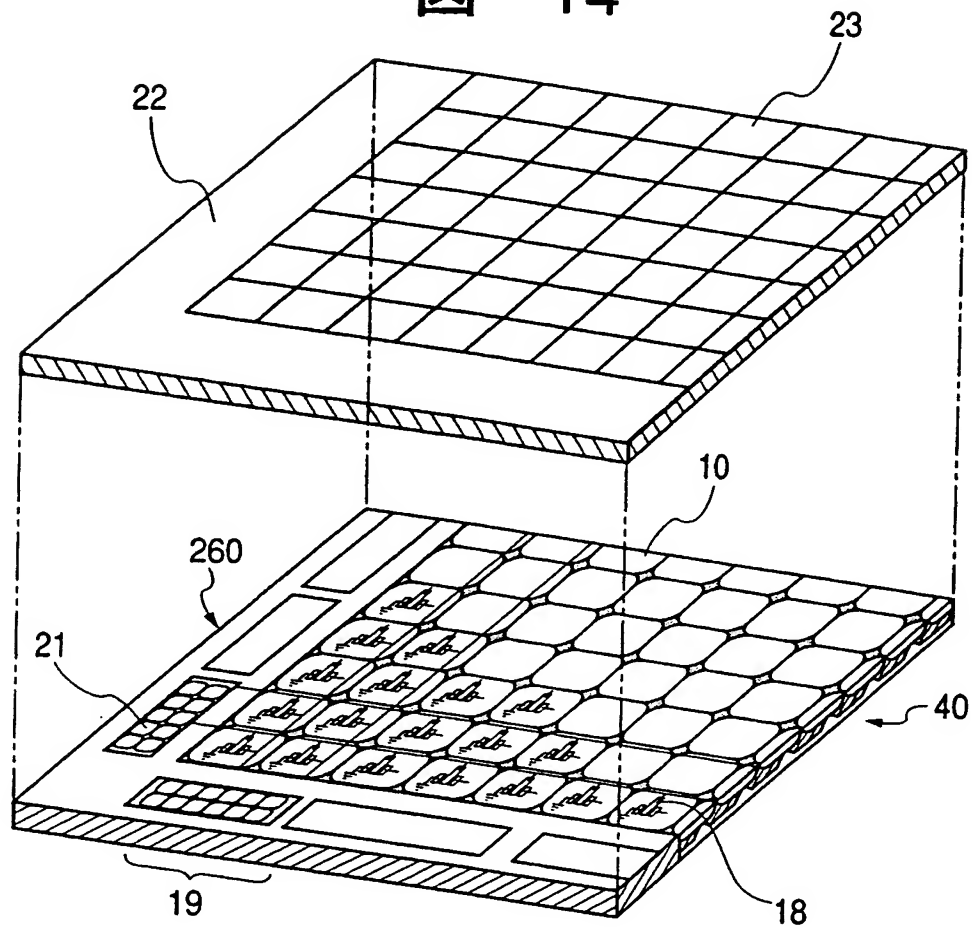


図 15

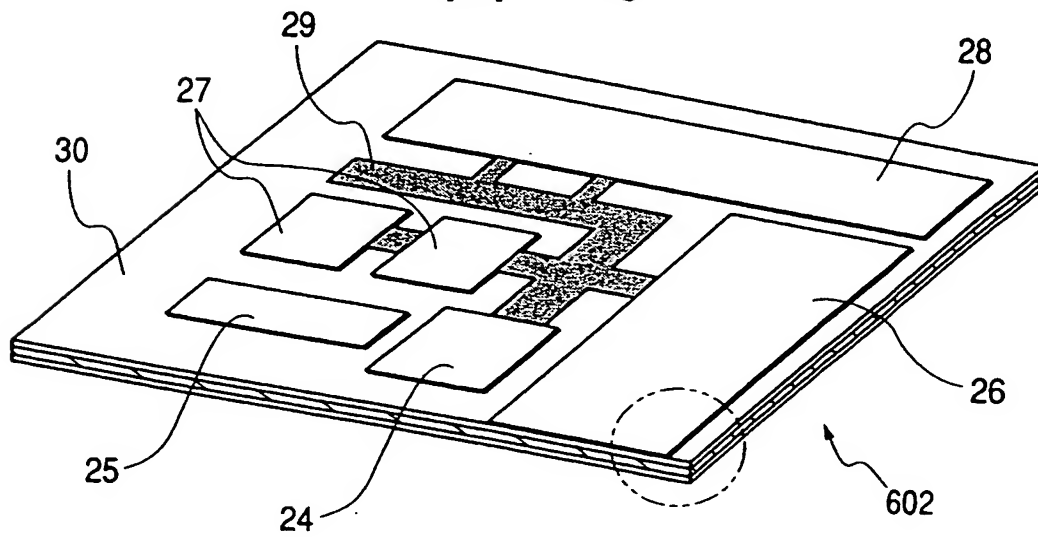
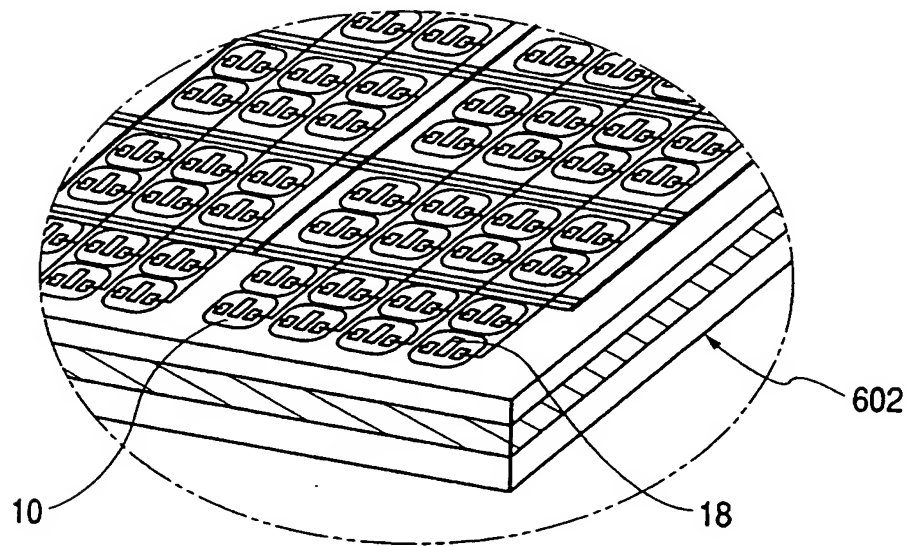


図 16



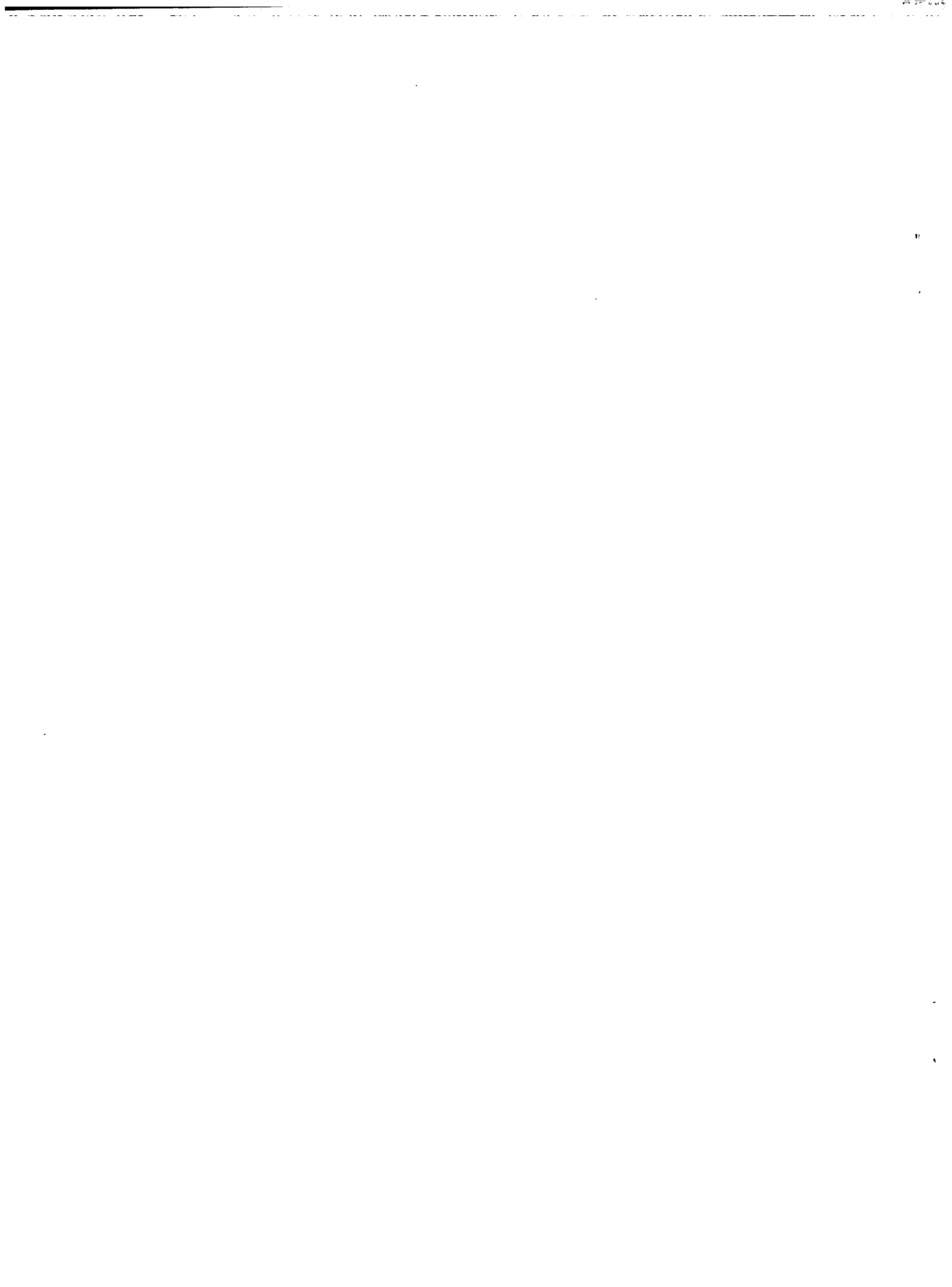
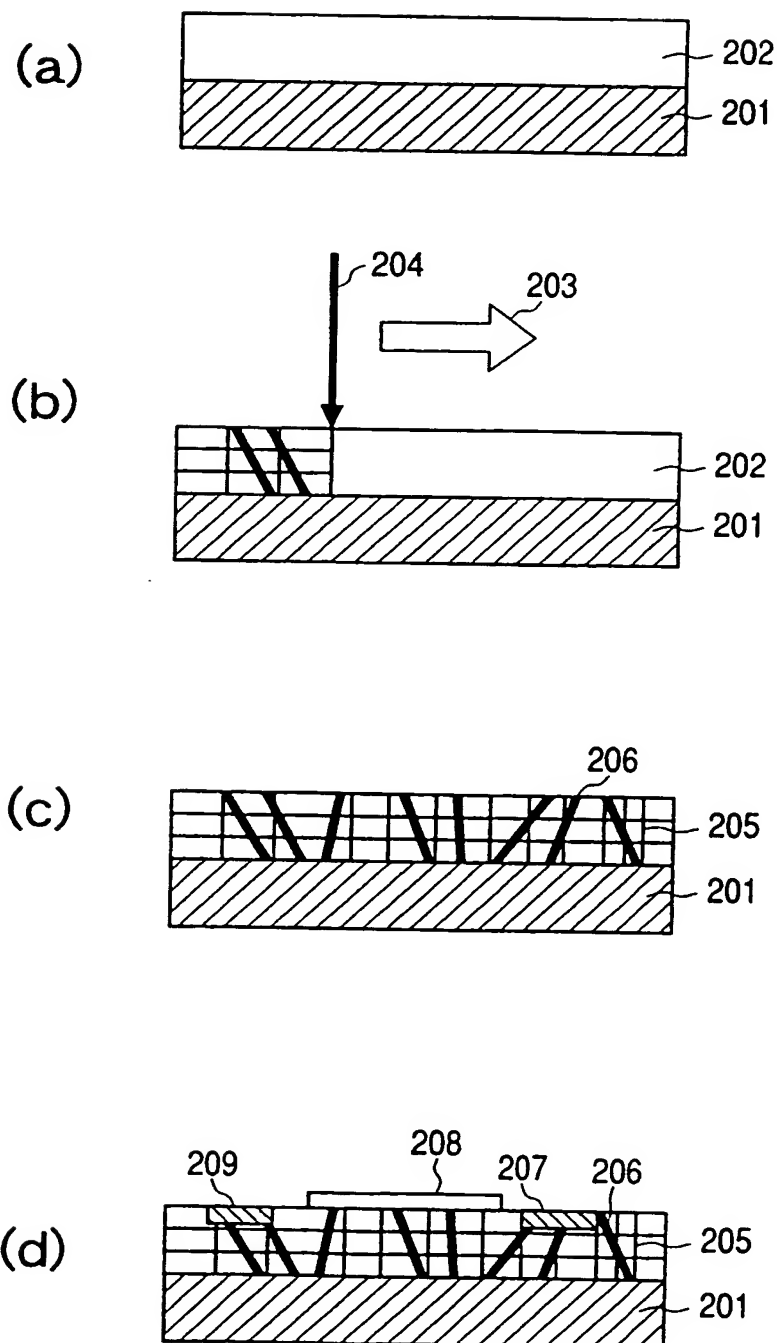


図 17



15 / 16

図 18

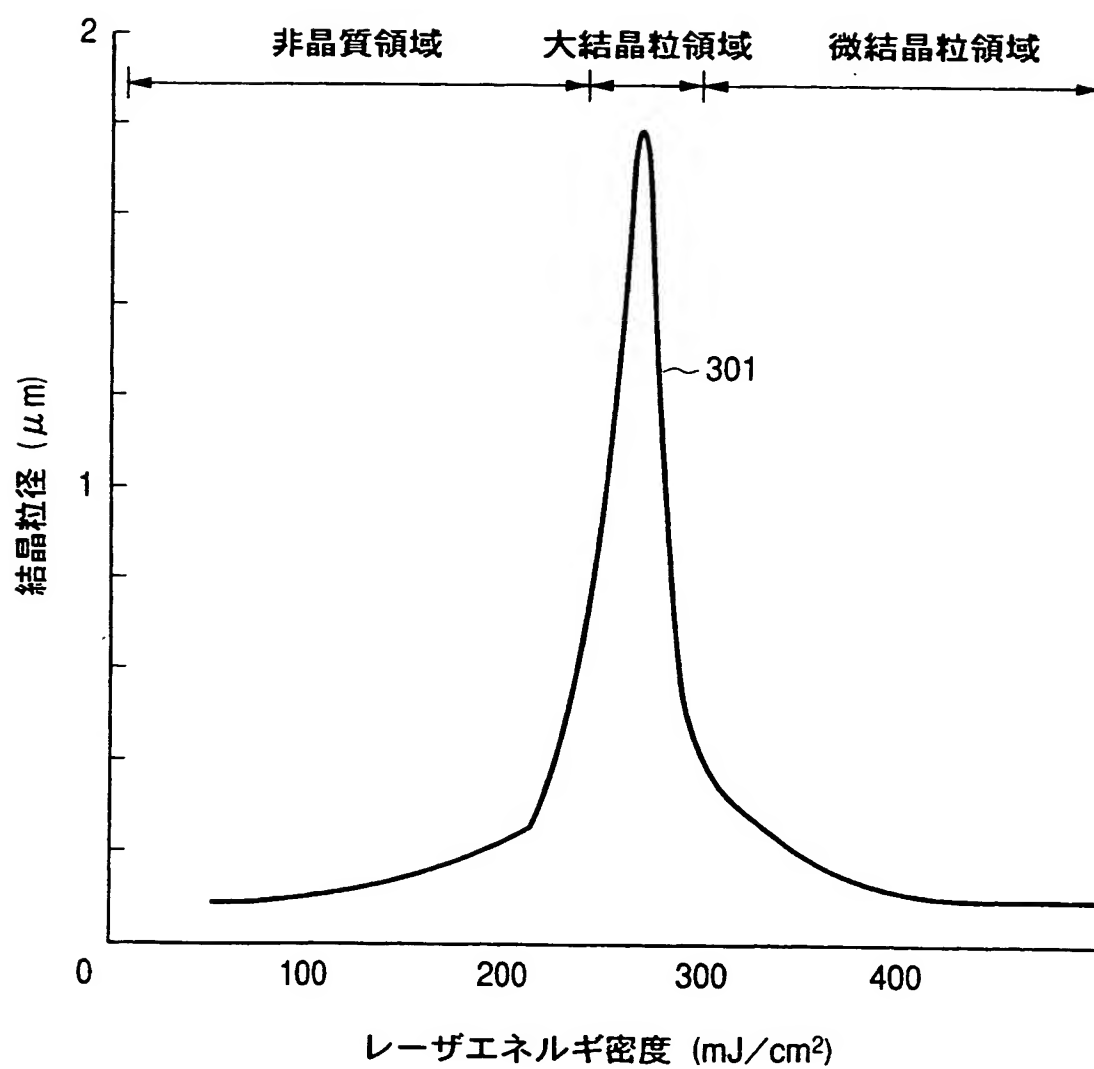


図 19

